УДК 523.982.8:595.7:632.7

Дмитрий Речкин

Живые детекторы солнечной активности.

Насекомые – вредители сельского хозяйства

1. Материал и методы

1.1. Солнечная активность: числа Вольфа, факторы E и X

Исходными данными для анализа динамики солнечной активности послужили публикуемые в открытых источниках[1] числа Вольфа, являющиеся обобщённым индикатором этой активности, выраженным в простой числовой форме. Изначально предполагалось, что цикл активности Солнца составляет около 11 лет, но современные исследователи говорят не об *«11-летнем»*, но скорее о *«22-летнем»* цикле активности. Это обусловлено тем, что после каждого 11-летнего периода активности магнитные полюса Солнца меняются местами, и к «исходному состоянию» наше светило возвращается не каждые 11 лет, а примерно каждые 22 года.

Для анализа временных рядов методом главных компонент[2] необходимо определить лаг (количество наблюдений, предшествующих текущему), обеспечивающий наибольшую информативность последующих преобразований данных. Самый простой метод основан на определении максимальной корреляции значения числа Вольфа для текущего года со значениями в предыдущие годы (мы предполагаем, что динамика солнечной активности в первую очередь определяется процессами, происходящими на самом Солнце) при равных интервалах между отдельными наблюдениями (усреднёнными данными наблюдений).

Расчёт проводился по программе **Wolf-Auto.jac** (на языке ЯКОБИ[3]) с помощью калькулятора многомерной статистики **STATIC/EX** собственной разработки[4]. В ходе расчётов использовалось заведомо большое начальное значение лага (49 лет). Методика расчетов подробно описана[5] ранее.

Поскольку метод главных компонент позволяет работать не только с исходной (полной) матрицей парных корреляций, но и с её вариантом, получаемым на основании вычисленных собственных векторов и собственных чисел только для заданного набора главных компонент. Ранее нами была предложена[6] методика отбора статистически значимых главных компонент, основанная на разделении всего набора компонент на «сигнал» и «шум». К «сигналу» относятся

---

[1] Использованы значения среднегодовых чисел Вольфа, опубликованные на веб-сайте Мирового Центра Данных (SILSO data/image, Royal Observatory of Belgium, Brussels), http://sidc.be/silso/datafiles

[2] В.М.Ефимов «Обработка временных рядов методом главных компонент» – науч.-техн.бюл./ВАСХНИЛ, Сиб.отд-ние, вып.22, с.32-40. – Новосибирск: 1984

[3] В.М.Ефимов, Д.В.Речкин «ЯКОБИ – входной язык пакетов прикладных программ статистической обработки биологических данных» – науч.-техн.бюл./ВАСХНИЛ, Сиб.отд-ние, вып.48, с.12-17. – Новосибирск: 1985

[4] Реализация STATIC/EX подробно описана здесь: http://groups.io/g/static

[5] Д.Речкин «Невидимая динамика солнечной активности» – Archive.org (2020), ark:/13960/t86j43924, (https://archive.org/details/SunSpots-PCA)

[6] Ефимов В.М., Речкин Д.В., Гончаров Н.П. Многомерный анализ многолетних климатических данных в связи с урожайностью, скороспелостью и проблемой глобального потепления // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2024. Т. 28, № 2. С. 155–165. doi: 10.18699/vjgb-24-18

главные компоненты, для которых (при условии центрирования и нормирования исходных признаков) собственные числа превышают единицу.

Значения собственных чисел приведены в следующей **Табл.1**:

Табл.1. Собственные числа, полученные при расчёте автокорреляций ряда чисел Вольфа

ГК	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**
λ	**13,47**	**12,85**	**4,00**	**3,69**	**2,74**	**2,44**	**1,54**	**1,52**	**1,46**	0,67
Σλ%	**26,94**	**52,64**	**60,65**	**68,04**	**73,51**	**78,39**	**81,47**	**84,50**	**87,42**	88,76

ГК	**XI**	**XII**	**XIII**	**XIV**	**XV**	**XVI**	**XVII**	**XVIII**	**XIX**	**XX**
λ	0,67	0,62	0,51	0,49	0,48	0,43	0,32	0,26	0,23	0,19
Σλ%	90,10	91,34	92,35	93,33	94,30	95,15	95,79	96,31	96,76	97,13

ГК	**XXI**	**XXII**	**XXIII**	**XXIV**	**XXV**	**XXVI**	**XXVII**	**XXVIII**	**XXIX**	**XXX**
λ	0,14	0,13	0,099	0,097	0,088	0,078	0,066	0,064	0,060	0,058
Σλ%	97,42	97,67	97,87	98,06	98,24	98,40	98,53	98,66	98,78	98,89

ГК	**XXXI**	**XXXII**	**XXXIII**	**XXXIV**	**XXXV**	**XXXVI**	**XXXVII**	**XXXVIII**	**XXXIX**	**XL**
λ	0,053	0,043	0,042	0,040	0,037	0,035	0,034	0,033	0,031	0,026
Σλ%	99,00	99,08	99,17	99,25	99,32	99,39	99,46	99,53	99,59	99,64

ГК	**XLI**	**XLII**	**XLIII**	**XLIV**	**XLV**	**XLVI**	**XLVII**	**XLVIII**	**XLIX**	**L**
λ	0,025	0,021	0,0204	0,0196	0,0182	0,0180	0,0172	0,0170	0,0122	0,0119
Σλ%	99,69	99,73	99,77	99,81	99,85	99,88	99,92	99,95	99,98	100,00

Обозначения строк таблицы:

ГК – номера главных компонент;
λ – значение собственного числа;
Σλ% – суммарная накопленная дисперсия главных компонент.

Таким образом, к «сигналу» в данном случае относятся I-IX главные компоненты, в сумме определяющие 87,42% общей дисперсии.

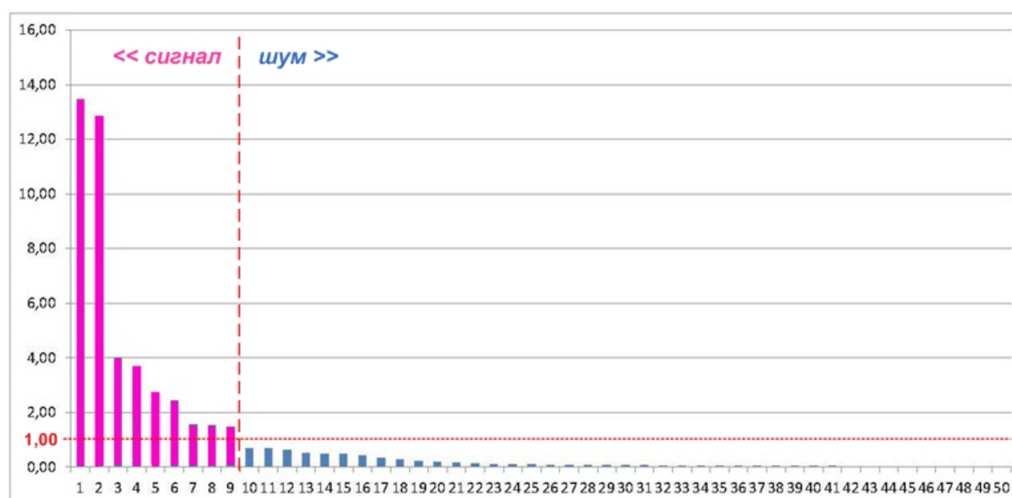


Рис.1. Выделение «сигнала» из набора компонент

На **Рис.1** показаны их относительные величины, и обозначен порог отсечения «шума». По горизонтали указаны номера главных компонент, по вертикали – абсолютные значения соответствующих собственных чисел.

Рис.2 иллюстрирует выбор максимального значения автокорреляции для ряда среднегодовых чисел Вольфа (значение $R_a = 0{,}711$ соответствует лагу 11 лет). По горизонтали указано значение лага (в годах), по вертикали – абсолютное значение коэффициента корреляции (получаемого вычислением по I-IX главным компонентам, с использованием собственных векторов и собственных чисел).

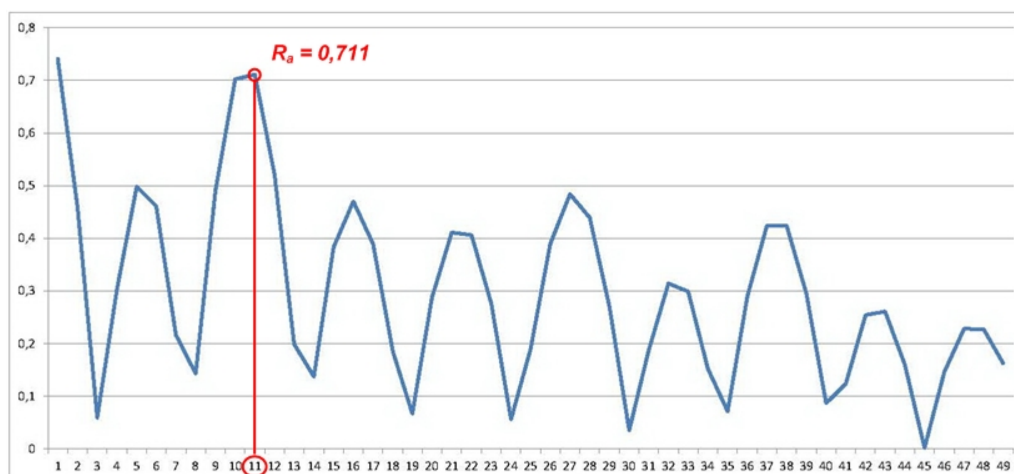


Рис.2. Выбор лага по значению автокорреляции

В рамках данного исследования интерес представляет не только взаимосвязь изучаемых явлений (вспышек численности насекомых – вредителей сельского хозяйства) с наблюдаемой динамикой солнечной активности, но и их связь с выделенными нами факторами E и X (оставим эти обозначения до выяснения физической природы факторов).

Учитывая смену положений магнитных полюсов Солнца каждые два 11-летних цикла, используем значение лага 22 года (текущий и 21 предшествующих года), воспользуемся программой **Wolf-Auto-22y.jac**. В результате вычислений получим следующие значения собственных чисел (**Табл.2**):

Табл.2. Собственные числа (обработка ряда чисел Вольфа с лагом 22 года)

ГК	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
λ	**7,254**	**7,029**	**2,876**	**1,233**	**0,973**	**0,912**	0,395	0,321	0,319	0,170	0,111
Σλ%	**32,97**	**64,93**	**78,00**	**83,60**	**88,03**	**92,17**	93,97	95,43	96,88	97,65	98,15

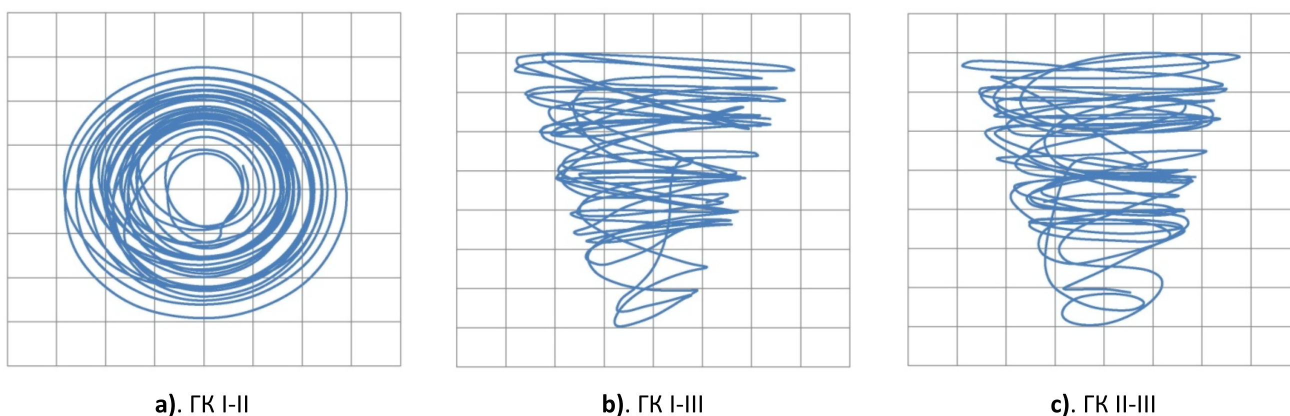
ГК	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII
λ	0,077	0,056	0,048	0,041	0,031	0,031	0,030	0,028	0,025	0,021	0,019
Σλ%	98,50	98,75	98,97	99,16	99,30	99,44	99,58	99,70	99,82	99,91	100,00

Обозначения строк те же, что и для **Табл.1**.

В качестве «сигнала» рассматриваем I-VI главные компоненты, в сумме определяющие 92,17% общей дисперсии. Невзирая на то, что (формально) собственные числа V-VI компонент меньше

единицы, налицо резкий переход между VI и VII собственными числами, характерный для границы «сигнал – шум».

Обработка временных рядов методом главных компонент даёт возможность визуального представления изучаемых процессов по их траекториям в фазовом пространстве, ортами которого являются собственные векторы. Для визуального представления оказывается очень удобным использовать понижение размерности пространства до «сигнальных» компонент. Траектория процесса, определяющего максимальную долю дисперсии, может быть представлена проекциями на фазовые плоскости I-II, II-III и I-III главных компонент (**Рис.3 a-c**).



a). ГК I-II **b)**. ГК I-III **c)**. ГК II-III

Рис.3. Фазовый портрет ряда чисел Вольфа в пространстве I-III главных компонент (ГК)

Очевидно, что она выглядит как трёхмерная «воронка», для которой выполняется соотношение

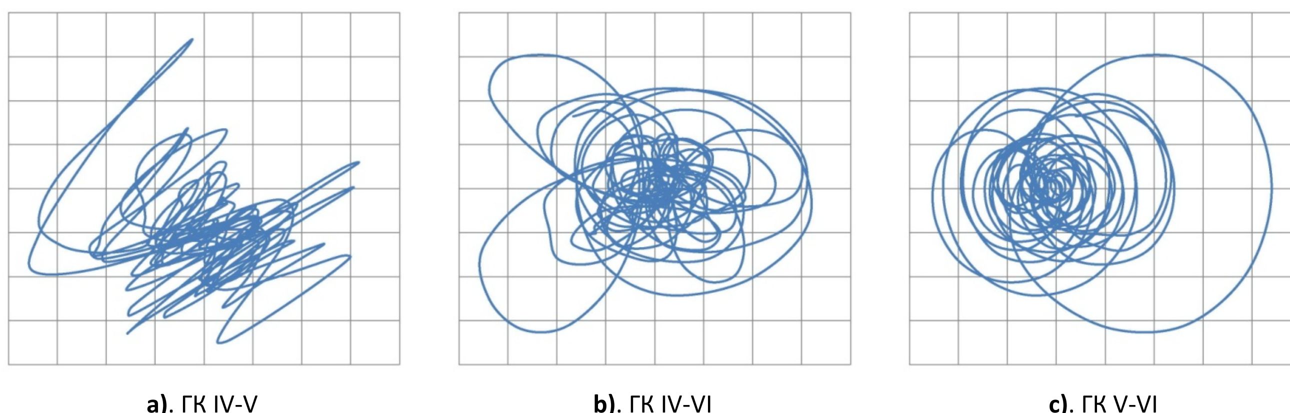
$$F(x, y, z) \sim \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (1)$$

где x, y и z – координаты объекта (года) в пространстве главных компонент.

Первое, с чем ассоциируется подобная траектория – движение шарика по внутренней поверхности гладкой воронки; причём радиус окружности (и возвышение над дном воронки) оказывается тем больше, чем бóльшей энергией обладает шарик. Именно эта ассоциация обусловила выбор названия «***Фактор E***», от *Enegry* – энергия. По всей видимости, в этом случае должно выполняться соотношение

$$z \sim \sqrt{x^2 + y^2} \quad (2)$$

Не столь очевидно, но вполне понятно, что следующий по значимости процесс представлен IV-VI главными компонентами (**Рис.4, a-c**). И здесь также хорошо заметна цикличность изменений.

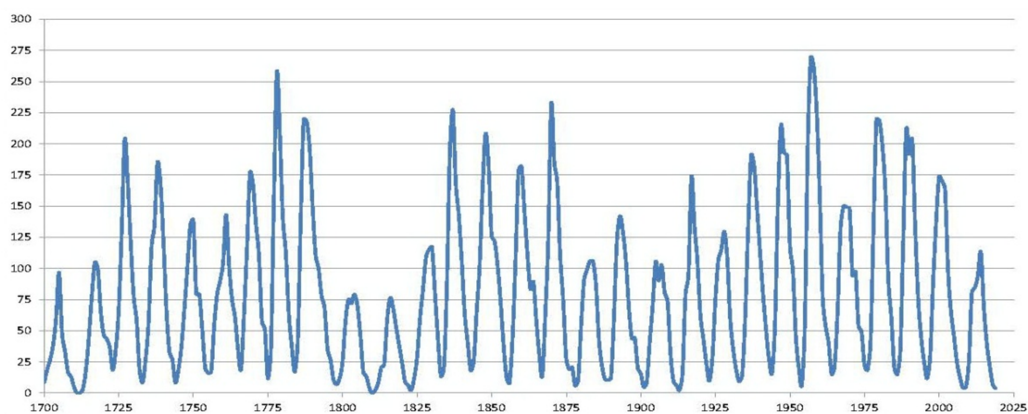


a). ГК IV-V **b)**. ГК IV-VI **c)**. ГК V-VI

Рис.4. Фазовый портрет ряда чисел Вольфа в пространстве IV-VI главных компонент (ГК)

Фазовый портрет процесса отнюдь не столь же нагляден, как для «***Фактора E***», однако и к нему можно применить то же описание (1). До тех пор, пока физическая интерпретация природы этого процесса остается неопределённой, будем обозначать его, следуя общепринятым традициям (например, *X-лучи*[7] Конрада Рентгена), как «***Фактор X***». По всей видимости, других факторов, определяющих динамику солнечной активности, не существует (во всяком случае, на них может приходиться не более 2% совокупной дисперсии изучаемых данных).

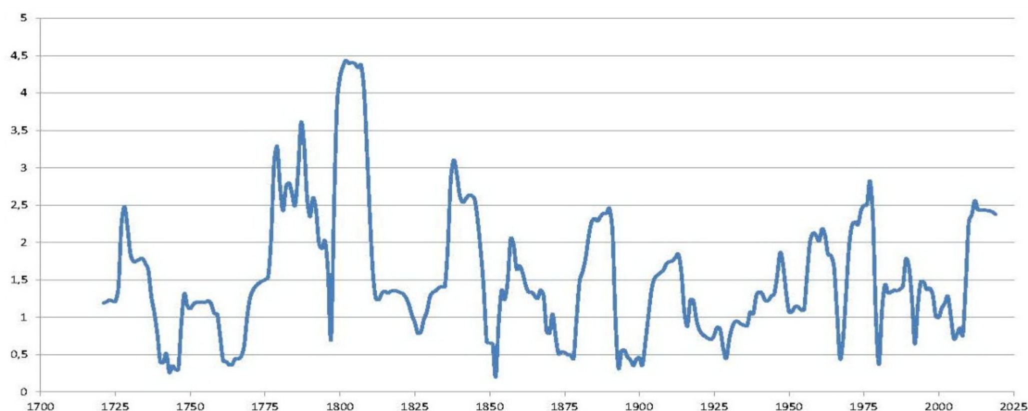
На **Рис.5** (**a-c**) показаны, в развёртке по годам, среднегодовые числа Вольфа (с 1700 года), а также поведение «Фактора E» и «Фактора X» (с 1721 года).



a). Среднегодовые значения чисел Вольфа (исходные данные)



b). Вычисленные среднегодовые значения *«Фактора E»*



c). Вычисленные среднегодовые значения *«Фактора X»*

Рис.5. Динамика солнечной активности, по годам за период наблюдений

---

[7] W.C.Röntgen. Ueber eine neue Art von Strahlen // Sonderabbdruck aus den Sitzungsberichten der Würzburger Physik.-medic. Gesellschaft. — 1895.

Эти данные мы намерены использовать для поиска взаимосвязей между зафиксированными в научной литературе вспышками численности насекомых – вредителей сельского хозяйства, и динамическими показателями солнечной активности.

1.2. Вспышки численности насекомых-вредителей

В данной работе используются сведения о зафиксированных вспышках численности насекомых – вредителей сельского хозяйства, опубликованные С.В.Станкевичем[8] и соавторами. К сожалению, дальнейших уточнений по событиям после 2019 года этой группой опубликовано не было. Для использования этих (качественных) данных в количественных расчетах мы самостоятельно провели некоторые необходимые преобразования.

При подготовке данных о вспышках численности использована программа **pest-fix.jac**. В основу представления данных положено следующее:

- в качестве объектов мы, как и в случае анализа динамики солнечной активности, рассматриваем годы;
- в качестве признаков рассматриваем соответствующие виды (группы видов, роды, трибы) насекомых;
- при отсутствии вспышки численности значение признака устанавливается равным нулю;
- наличие вспышки численности устанавливает значение признака равным единице.

Сформированные таким образом данные о вспышках численности (59 признаков) в ходе подготовки объединяются с данными о динамике солнечной активности (3 признака: собственно *числа Вольфа*, и вычисленные значения *«Фактора E»* и *«Фактора X»*). Полученный файл данных **Wolf-Pest.std** в дальнейшем используется как исходный материал для поиска взаимосвязей между вспышками численности насекомых-вредителей и динамическими показателями солнечной активности.

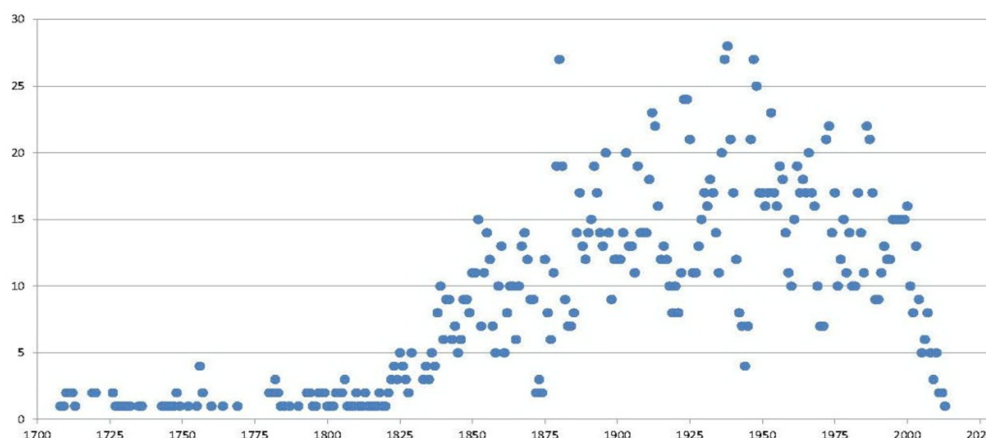


Рис.6. Интенсивность вспышек численности насекомых-вредителей

Суммируя данные по всем 59 признакам, получаем сводную оценку интенсивности вспышек численности насекомых – вредителей сельского хозяйства по годам, за весь период наблюдений (**Рис.6**).

[8] Циклически-нелинейная динамика природных систем и проблемы прогнозирования: монография / С.В.Станкевич, Е.Н.Белецкий, И.В.Забродина – Accent Graphics Communications & Publishing, Ванкувер, 2019. – 232 с.

2. Статистические взаимосвязи

Очевидно, что ранний период наблюдений вспышек численности насекомых-вредителей представлен нерегулярными данными. Поэтому при расчёте корреляций данные до 1815 года не представляют особенного интереса. Точно так же нерегулярные данные после 2013 года также следует исключить из рассмотрения.

Необходимо также выбрать (ограничить) набор лет, предшествующих году наблюдения, чтобы не отягощать последующий анализ избыточными наборами чисел. Для оценки максимальных корреляций наблюдаемых вспышек численности насекомых-вредителей с динамическими показателями солнечной активности применена программа **Wolf-Pest-corr.jac**. Коэффициенты корреляции вычислялись на основании полученных собственных чисел и собственных векторов, в качестве «сигнала» рассматривались первые 28 (из 92) главных компонент, на которые приходится до 79,08% дисперсии выборки. По результатам вычислений максимальные значения коэффициентов корреляции между наборами признаков распределились так (**Табл.3**):

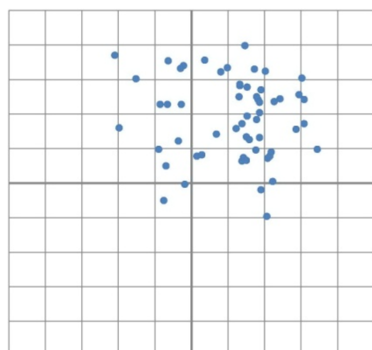
Табл.3. Минимальные и максимальные корреляции между наборами признаков, по лагу лет

L	0	–1	–2	–3	–4	–5	–6	–7	–8	–9	–10
W	–0,209 0,338	–0,164 0,333	–0,181 0,300	–0,240 0,226	–0,206 0,327	–0,161 0,370	–0,131 0,302	–0,088 0,320	–0,140 0,307	–0,223 0,303	–0,266 0,281
E	–0,343 0,382	–0,341 0,380	–0,355 0,362	–0,343 0,337	–0,299 0,329	–0,254 0,336	–0,233 0,312	–0,222 0,282	–0,205 0,294	–0,230 0,286	–0,248 0,292
X	–0,218 0,302	–0,241 0,251	–0,256 0,154	–0,263 0,180	–0,257 0,194	–0,248 0,229	–0,237 0,255	–0,238 0,232	–0,212 0,221	–0,181 0,209	–0,195 0,254

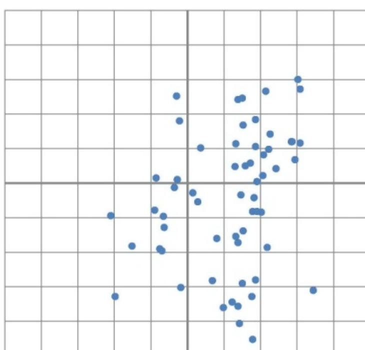
Обозначения строк:

L – предшествование текущему году наблюдений;
W –среднегодовые числа Вольфа;
E – значения «Фактора E»;
X – значения «Фактора X».

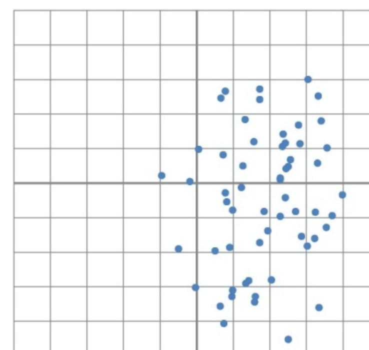
Ориентируясь на краткость жизненного цикла насекомых, а также на зависимость корреляции вспышек численности от показателей солнечной активности, можно ограничиться рассмотрением влияния только четырёх лет – текущего и трёх предшествующих. Расчёты выполнялись по программе **Wolf-Pest-cor2.jac**. К «сигналу» относятся первые 24 (из 71) главных компонент, на которые приходится 73,35% общей дисперсии.



a). ГК I-II



b). ГК I-III



c). ГК II-III

Рис.7. Проекции данных о вспышках численности насекомых-вредителей (по видам, группам видов, родам либо трибам) на фазовые плоскости I-III главных компонент

Большую помощь в поиске статистических взаимосвязей может оказать визуальное представление поведения объектов и признаков в фазовом пространстве главных компонент. В данном случае несомненный интерес представляет поведение признаков – данных о вспышках численности насекомых-вредителей по видам (группам видов, родам либо трибам). На **Рис.7** (**а-с**) показаны проекции признаков на фазовые плоскости I-III главных компонент.

Наибольший интерес представляет проекция на фазовые плоскости I (горизонтальная ось, *ось X*) и III (вертикальная ось, *ось Y*) главных компонент – **Рис.7b**, поскольку именно по названным осям распределяются наибольшие различия между изучаемыми трибами. Анализируя вклады признаков в формирование соответствующих собственных векторов (файл **Wolf-Pest-Vec2.csv**) нетрудно заметить следующее:

- наиболее значимые вклады в формирование I собственного вектора дают практически все динамические показатели солнечной активности (числа Вольфа: $W_0, W_{-1}, W_{-2}, W_{-3}$; вычисленные значения *«Фактора Е»:* $E_0, E_{-1}, E_{-2}, E_{-3}$; и *«Фактора Х»:* $X_0, X_{-1}, X_{-2}, X_{-3}$);
- наиболее значимые вклады в формирование III собственного вектора дают исключительно числа Вольфа за текущий и два последующих года (W_0, W_{-1}, W_{-2}), а также вычисленные значения *«Фактора Е»* за три предшествующие года (E_{-1}, E_{-2}, E_{-3}).

Статистически значимые вклады признаков, отмечающих вспышки численности насекомых-вредителей, в формирование соответствующих собственных векторов, дают возможность оценить степень сходства в репродуктивных свойствах тех или иных видов (групп видов, родов, триб). Эти сведения (полностью для I-III главных компонент) приводятся в **Табл.4**.

Табл.4. Собственные векторы I-III главных компонент

		I	II	III
Значения среднегодовых чисел Вольфа, за текущий и предшествующие годы	W_0	**0,141**	–0,081	**–0,263**
	W_{-1}	**0,155**	–0,111	**–0,322**
	W_{-2}	**0,150**	–0,110	**–0,276**
	W_{-3}	**0,133**	–0,070	**–0,144**
Вычисленные значения «Фактора Е», за текущий и предшествующие годы	E_0	**0,297**	**–0,118**	0,113
	E_{-1}	**0,293**	**–0,125**	**0,151**
	E_{-2}	**0,280**	**–0,125**	**0,188**
	E_{-3}	**0,263**	–0,115	**0,213**
Вычисленные значения «Фактора Х», за текущий и предшествующие годы	X_0	**0,189**	**–0,129**	–0,083
	X_{-1}	**0,197**	**–0,178**	–0,093
	X_{-2}	**0,183**	**–0,210**	–0,075
	X_{-3}	**0,165**	**–0,206**	–0,044
1) **Саранча пустынная**, или **шистоцерка** (*Schistocerca gregaria Forsk.*)		0,065	**0,125**	0,024
2) **Саранча африканская мигрирующая** (*Locusta migratoria migratorioides R. et F.*)		**0,151**	**0,152**	**0,150**
3) **Саранча африканская красная** (*Nomadacris septemfascuata Serv.*)		0,093	0,066	0,092

	I	II	III
4) **Саранча перелетная австралийская** (*Chorthoicetes terminifera Walk.*)	**0,113**	0,118	0,071
5) **Прус,** или **саранча итальянская** (*Calliptamus italicus L.*)	–0,099	0,080	**–0,164**
6) **Саранча мароккская** (*Dociostaurus maroccanus Thnb.*)	0,040	**0,161**	–0,080
7) **Саранча перелетная, или азиатская** (*Locusta migratoria L.*)	–0,038	–0,025	–0,095
8) **Нестадные саранчовые**, или кобылки (*Podisma pedestris L., Gomphocerus sibiricus L., Paracryptera microptera F.-W., Stauroderus scalaris F. W.*)	**0,154**	0,086	**0,136**
9) **Хрущи майские** (*Melolonta sp.*)	0,089	0,092	–0,041
10) **Кравчик-головач** (*Letrus apterus Lax.*)	–0,018	0,061	–0,006
11) **Щелкуны** и **чернотелки** (*Elateridae, Tenebrionidae*)	–0,032	**0,177**	–0,064
12) **Медляк песчаный** и **чернотелка кукурузная** (*Opatrum sabulosum L., Pedinus femoralis L.*)	0,091	**0,121**	–0,021
13) **Совка озимая** (*Scotia segetum Schiff.*)	0,069	0,032	**–0,178**
14) **Совка восклицательная** (*Scotia exclamationis L.*)	0,088	0,048	**–0,164**
15) **Совка-гамма** (*Autographa gamma L.*)	0,007	0,039	–0,014
16) **Совка люцерновая**, или **льняная** (*Heliotis viriplaca Hfn.*)	–0,014	0,114	0,005
17) **Совка капустная** (*Mametstra brassicae L.*)	0,066	**0,141**	0,057
18) **Совка луговая восточная** (*Mythimna unipuncta Haw.*)	0,104	0,036	0,041
19) **Мотылек стеблевой** (*Ostrinia nubilalis Hb.*)	–0,011	**0,170**	0,090
20) **Мотылек луговой** (*Margaritia sticticalis L.*)	–0,043	0,114	0,008
21) **Черепашка вредная** (*Eurygaster integriceps Put.*)	**0,142**	**0,259**	0,060
22) **Жужелица хлебная малая** (*Zabrus tenebrioides Geoze*)	**0,172**	0,049	**–0,155**
23) **Муха гессенская** (*Mayetiola destructor Say.*)	0,101	**0,162**	–0,042
24) **Муха шведская овсяная** (*Oscinella frit L.*)	0,073	**0,199**	–0,017
25) **Кузька**, или **жук хлебный** (*Anisoplia austriaca Hrbs.*)	0,075	0,067	**–0,145**
26) **Совка зерновая обыкновенная** (*Apamea sordens Hfn.*)	0,066	**0,143**	–0,077
27) **Совка зерновая серая** (*Apamea anceps Schiff.*)	0,093	0,102	**–0,140**
28) **Совка яровая** (*Amphiposa fuscosa Frr.*)	–0,015	**0,166**	0,126
29) **Совка стеблевая южная** (*Oria musculosa Hb.*)	–0,105	**0,185**	–0,047
30) **Совка травяная** (*Cerapteryx graminis L.*)	–0,076	**0,151**	–0,091
31) **Пьявица красногрудая** (*Oulema melanopus L.*)	0,076	**0,139**	0,084
32) **Пилильщик хлебный обыкновенный** (*Cephus pygmaeus L.*)	–0,033	0,114	–0,048

	I	II	III
33) **Зеленоглазка** (*Chlorops pumilionis Bjerk.*)	0,093	0,117	0,053
34) **Опомиза пшеничная** (*Opomysa florum L.*)	0,103	–0,048	0,011
35) **Тля гороховая** (*Acyrthosiphon pisum Harris.*)	0,018	**0,178**	0,051
36) **Блошки свекловичные** (*Chaetocnema sp.*)	0,095	–0,010	0,002
37) **Щитоноска свекловичная** (*Cassida nebulosa L.*)	–0,035	0,025	–0,098
38) **Щитоноска зеленая** (*Cassida viridis L.*)	–0,009	–0,002	**–0,151**
39) **Долгоносик свекловичный обыкновенный** (*Asproparthenis punctiventris Germ.*)	0,086	**0,165**	0,029
40) **Моль капустная** (*Plutella maculipennis Curt.*)	0,069	0,086	0,121
41) **Белянка капустная** (*Pieris brassicae L.*)	0,034	0,071	**–0,141**
42) **Пилильщик рапсовый** (*Athalia rosae L.*)	–0,045	0,049	–0,039
43) **Долгоносик вишневый** (*Rhynchites auratus Scop.*)	0,049	**0,167**	**–0,180**
44) **Боярышница** (*Aporia cratalgi L.*)	0,071	0,037	**–0,203**
45) **Моль яблонная** (*Iponomeuta malinellus Zell.*)	0,079	0,063	0,025
46) **Шелкопряд кольчатый** (*Malacosoma neustria L.*)	0,014	0,041	–0,027
47) **Плодожорка яблонная** (*Laspeyresia pomonella L.*)	0,107	0,039	0,133
48) **Пяденица зимняя** (*Operophthera brumata L.*)	**0,143**	0,078	0,060
49) **Листовертка дубовая зеленая** (*Tortrix viridana L.*)	**0,154**	**0,121**	0,058
50) **Златогузка** (*Euproctis chrysorrhoea L.*)	0,089	**0,125**	**–0,226**
51) **Шелкопряд непарный** (*Ocneria dispar L.*)	0,061	0,079	**–0,172**
52) **Шелкопряд-монашенка** (*Ocneria monacha L.*)	0,109	0,045	–0,093
53) **Шелкопряд сосновый** (*Dendrolimus pini L.*)	0,069	0,086	–0,086
54) **Краснохвост** (*Dasychira pudibunda L.*)	0,075	0,033	0,123
55) **Лунка серебристая** (*Phalera bucephala L.*)	**0,111**	0,003	0,049
56) **Совка сосновая** (*Panolis flammea Schiff.*)	0,095	**0,135**	–0,041
57) **Пяденица сосновая** (*Bupalus piniarius L.*)	**0,121**	**0,122**	0,021
58) **Пилильщик сосновый обыкновенный** (*Diprion pini L.*)	0,076	0,097	–0,069
59) **Пилильщик сосновый рыжий** (*Neodiprion sertifer Geoffr.*)	**0,147**	**0,128**	0,034

Более привычным в данном случае является корреляционный анализ, однако расчёт анализируемых далее коэффициентов корреляции (матрица R), выполняется на основании полученных собственных чисел (вектор Λ) и собственных векторов (матрица S) в соответствии с правилом

(3) причем для всех «шумовых» компонент соответствующие собственные числа λ_i заменялись нулевыми значениями.

$$R = S \cdot \Lambda \cdot S^T \quad (3)$$

где S^T – транспонированная матрица собственных векторов.

Оценку значимости получаемых коэффициентов парных корреляций $r_{i,j}$ проведём через вычисление средней ошибки коэффициента корреляции m_r, используя для этого формулу (4), модифицированную Д.Г.Бонеттом[9].

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 3}} \quad (4)$$

где r – коэффициент парной корреляции, n – количество наблюдений.

В нашем случае $n = 214$, $r \in (-0{,}25; +0{,}25)$. Тогда $m_r \leq 0{,}065$. Иными словами, всякий рассматриваемый нами коэффициент парной корреляции между динамическими показателями солнечной активности и вспышками численности насекомых-вредителей, если его величина превышает $3 \times m_r = \mathbf{0,194}$ заведомо следует считать значимым.

2.1. Корреляции вспышек численности с динамикой солнечной активности

Следующая **Табл.5** содержит вычисленные по вышеприведённой методике коэффициенты корреляции вспышек численности насекомых-вредителей со среднегодовыми числами Вольфа (текущий год и ряд предшествующих лет). Нумерация триб – такая же, как и в **Табл.4**.

Табл.5. Корреляции вспышек численности со среднегодовыми числами Вольфа

Триба	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W_0	0,055	0,098	0,162	0,127	–0,147	0,054	–0,073	–0,032	0,115	–0,111
W_{-1}	0,032	0,004	0,071	0,068	–0,127	0,093	–0,083	–0,067	0,020	–0,131
W_{-2}	0,010	–0,037	0,011	0,010	–0,083	0,107	–0,033	–0,039	–0,054	–0,104
W_{-3}	0,009	–0,019	–0,002	–0,026	–0,024	0,093	0,063	0,025	–0,043	–0,040

Триба	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
W_0	0,003	0,028	0,230	**0,253**	–0,021	–0,031	0,068	–0,041	–0,114	–0,112
W_{-1}	0,033	–0,021	0,134	**0,214**	0,021	–0,041	0,033	0,009	–0,095	–0,139
W_{-2}	0,021	–0,056	0,028	0,139	0,069	–0,054	–0,037	0,079	–0,052	–0,143
W_{-3}	–0,013	–0,045	–0,069	0,063	0,138	–0,078	–0,066	0,143	0,020	–0,072

Триба	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
W_0	0,096	**0,293**	–0,058	–0,084	0,043	–0,051	0,167	–0,133	–0,194	–0,094
W_{-1}	0,063	**0,341**	–0,022	0,008	0,007	0,015	0,198	–0,147	–0,163	–0,131
W_{-2}	0,029	**0,317**	0,050	0,107	–0,022	0,076	0,155	–0,124	–0,114	–0,140
W_{-3}	0,023	**0,236**	0,129	0,187	–0,027	0,111	0,071	–0,065	–0,076	–0,132

9 Bonett, D.G. Meta-analytic interval estimation for bivariate correlations (2008) *Psychological Methods*, *13*(3), 173–181. https://doi.org/10.1037/a0012868

Триба	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
W_0	–0,113	–0,083	–0,107	**0,240**	–0,141	0,124	–0,058	0,017	0,016	0,051
W_{-1}	–0,110	–0,086	–0,138	**0,270**	–0,154	0,083	–0,060	0,039	–0,063	–0,053
W_{-2}	–0,046	–0,081	–0,111	**0,205**	–0,137	0,010	–0,081	0,020	–0,097	–0,117
W_{-3}	0,051	–0,095	–0,024	0,080	–0,073	–0,035	–0,064	0,015	–0,040	–0,101

Триба	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
W_0	0,173	0,014	0,166	0,131	0,023	0,115	–0,029	0,070	–0,126	0,106
W_{-1}	**0,236**	–0,066	0,124	0,140	–0,039	–0,063	0,009	0,047	–0,028	0,164
W_{-2}	**0,242**	–0,137	0,048	0,141	–0,088	**–0,204**	0,105	0,046	0,127	0,198
W_{-3}	0,182	–0,156	–0,051	0,121	–0,077	**–0,254**	**0,222**	0,077	0,280	0,198

Триба	51	52	53	54	55	56	57	58	59
W_0	0,039	0,373	–0,102	–0,002	0,098	0,059	0,190	0,191	0,117
W_{-1}	0,112	0,225	–0,045	–0,056	0,113	0,040	0,105	0,193	0,096
W_{-2}	0,173	0,070	0,074	–0,079	0,116	0,001	0,004	0,154	0,073
W_{-3}	**0,219**	–0,047	0,205	–0,078	0,093	0,008	–0,042	0,101	0,071

Приведённые коэффициенты корреляции убедительно свидетельствуют, что прямой зависимости между наблюдаемой солнечной активностью и вспышками численности насекомых-вредителей не наблюдается. Это относится как к текущему году, так и к ряду предшествующих лет. Немногочисленные исключения (отмечены **жирным** шрифтом) только подтверждают это общее правило; возможно, сказывается и влияние качества исходного материала наблюдений за несекомыми-вредителями.

2.2. Корреляции вспышек численности с проявлениями факторов E и X

Табл.6 содержит вычисленные коэффициенты корреляции вспышек численности насекомых-вредителей со значениями «*Фактора Е»* (текущий год и ряд предшествующих лет).

Табл.6. Корреляции вспышек численности с вычисленными значениями «Фактора Е»

Триба	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E_0	0,016	**0,279**	**0,279**	0,154	**–0,313**	–0,044	–0,030	**0,345**	0,168	–0,085
E_{-1}	–0,014	**0,264**	**0,270**	0,147	**–0,344**	–0,071	–0,022	**0,357**	0,120	–0,058
E_{-2}	–0,030	**0,261**	**0,270**	0,125	**–0,357**	–0,096	–0,016	**0,357**	0,098	–0,042
E_{-3}	–0,024	**0,261**	**0,263**	0,108	**–0,354**	–0,114	–0,023	**0,350**	0,091	–0,023

Триба	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
E_0	–0,184	0,076	0,115	0,093	–0,012	–0,149	0,098	0,133	–0,025	–0,187
E_{-1}	–0,191	0,069	0,079	0,057	–0,016	–0,154	0,102	0,161	–0,039	–0,190
E_{-2}	–0,212	0,047	0,047	0,023	–0,023	–0,167	0,105	0,179	–0,048	–0,172
E_{-3}	–0,226	0,026	0,027	0,010	–0,034	–0,170	0,117	0,197	–0,055	–0,154

Триба	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
E_0	0,164	**0,332**	0,089	0,014	0,113	0,122	0,095	–0,048	**–0,349**	**–0,260**
E_{-1}	0,154	**0,289**	0,096	0,044	0,093	0,118	0,076	–0,028	**–0,350**	**–0,230**
E_{-2}	0,148	**0,251**	0,109	0,072	0,081	0,094	0,071	–0,013	**–0,335**	**–0,209**
E_{-3}	0,157	**0,221**	0,116	0,093	0,075	0,064	0,080	–0,016	**–0,307**	**–0,201**

Триба	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
E_0	0,127	–0,176	0,191	0,281	–0,073	**0,284**	–0,105	–0,057	0,061	0,144
E_{-1}	0,137	–0,173	0,208	0,289	–0,086	**0,288**	–0,098	–0,056	0,048	0,127
E_{-2}	0,137	–0,165	0,220	0,277	–0,081	**0,262**	–0,102	–0,069	0,046	0,115
E_{-3}	0,132	–0,151	0,223	0,254	–0,065	**0,228**	–0,112	–0,089	0,044	0,119

Триба	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
E_0	–0,024	–0,187	–0,051	0,068	0,178	–0,023	**0,271**	**0,274**	**0,283**	0,088
E_{-1}	–0,032	–0,192	–0,110	0,042	0,148	–0,040	**0,266**	**0,290**	**0,301**	0,086
E_{-2}	–0,039	–0,182	–0,163	0,006	0,105	–0,064	**0,267**	**0,299**	**0,305**	0,064
E_{-3}	–0,042	–0,157	–0,196	–0,022	0,084	–0,066	**0,256**	**0,301**	**0,301**	0,034

Триба	51	52	53	54	55	56	57	58	59
E_0	0,059	0,165	0,053	0,165	**0,283**	0,178	**0,244**	0,006	**0,260**
E_{-1}	0,038	0,138	0,039	0,180	**0,271**	0,165	**0,203**	0,006	**0,243**
E_{-2}	0,012	0,117	0,018	**0,196**	**0,252**	0,144	0,174	0,013	**0,217**
E_{-3}	–0,005	0,102	0,001	**0,210**	**0,239**	0,130	0,164	0,036	**0,204**

- Положительные корреляции отмечаются для следующих видов (групп видов, родов): **Саранча африканская мигрирующая** (*Locusta migratoria migratorioides R. et F.*), **Саранча африканская красная** (*Nomadacris septemfascuata Serv.*), **Нестадные саранчовые**, или **кобылки** (*Podisma pedestris L., Gomphocerus sibiricus L., Paracryptera microptera F.-W., Stauroderus scalaris F. W.*), **Жужелица хлебная малая** (*Zabrus tenebrioides Geoze*), **Блошки свекловичные** (*Chaetocnema sp.*), **Плодожорка яблонная** (*Laspeyresia pomonella L.*), **Пяденица зимняя** (*Operophthera brumata L.*), **Листовертка дубовая зеленая** (*Tortrix viridana L.*), **Лунка серебристая** (*Phalera bucephala L.*), **Пилильщик сосновый рыжий** (*Neodiprion sertifer Geoffr.*) и, в меньшей степени, **Краснохвост** (*Dasychira pudibunda L.*) и **Пяденица сосновая** (*Bupalus piniarius L.*)
- Отрицательными корреляциями характеризуются такие виды (группы видов, роды): **Прус**, или **саранча итальянская** (*Calliptamus italicus L.*), **Совка стеблевая южная** (*Oria musculosa Hb.*), **Совка травяная** (*Cerapteryx graminis L.*)

В **Табл.7** приводятся вычисленные коэффициенты корреляции вспышек численности насекомых-вредителей со значениями «*Фактора X*» (текущий год и ряд предшествующих лет).

Табл.7. Корреляции вспышек численности с вычисленными значениями «Фактора X»

Триба	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_0	0,086	0,074	–0,012	–0,011	–0,151	–0,072	0,096	0,094	0,302	0,025
X_{-1}	0,063	0,021	–0,074	–0,048	–0,205	–0,121	0,012	0,118	0,185	–0,044
X_{-2}	0,016	–0,013	–0,100	–0,068	–0,223	–0,149	–0,041	0,147	0,071	–0,050
X_{-3}	–0,012	–0,031	–0,082	–0,054	–0,221	–0,170	–0,048	0,171	–0,016	–0,019

Триба	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X_0	**–0,212**	0,083	0,170	0,177	0,073	–0,039	–0,008	0,016	–0,086	–0,029
X_{-1}	**–0,225**	0,073	0,093	0,141	0,068	0,000	–0,011	0,065	–0,194	–0,055
X_{-2}	**–0,219**	0,042	0,015	0,102	0,101	–0,021	–0,057	0,116	**–0,260**	–0,075
X_{-3}	**–0,210**	0,016	–0,020	0,086	0,122	–0,062	–0,083	0,163	**–0,252**	–0,085

Триба	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X_0	–0,010	**0,296**	0,097	–0,078	0,219	0,016	0,103	–0,118	**–0,208**	–0,189
X_{-1}	–0,039	**0,242**	–0,002	–0,116	0,131	0,020	0,089	–0,126	**–0,241**	–0,196
X_{-2}	–0,083	0,149	–0,085	–0,138	0,046	0,020	0,014	–0,103	**–0,256**	–0,189
X_{-3}	–0,097	0,070	–0,102	–0,120	0,021	0,009	–0,028	–0,098	**–0,262**	–0,167

Триба	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
X_0	–0,024	–0,032	0,180	0,117	–0,046	0,195	–0,006	0,094	0,096	–0,041
X_{-1}	–0,050	0,012	0,114	0,152	–0,029	0,195	0,020	0,140	0,076	–0,055
X_{-2}	–0,016	0,021	0,054	0,143	–0,048	0,152	–0,010	0,126	0,000	–0,065
X_{-3}	0,044	0,010	0,010	0,124	–0,089	0,114	0,028	0,152	–0,036	–0,024

Триба	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
X_0	–0,037	0,026	–0,037	0,114	0,123	0,053	0,144	0,223	–0,020	0,008
X_{-1}	–0,061	–0,051	–0,033	0,064	0,122	0,041	0,017	0,203	0,001	0,029
X_{-2}	–0,076	–0,103	–0,060	0,039	0,082	0,055	–0,014	0,139	0,028	0,051
X_{-3}	–0,099	–0,147	–0,088	0,037	0,034	0,049	–0,002	0,108	0,072	0,092

Триба	51	52	53	54	55	56	57	58	59
X_0	0,114	0,180	0,070	0,049	0,064	–0,033	0,201	–0,016	0,098
X_{-1}	0,094	0,112	0,114	0,100	0,107	–0,032	0,158	0,004	0,042
X_{-2}	0,106	0,067	0,157	0,111	0,085	–0,077	0,043	–0,004	–0,030
X_{-3}	0,116	0,039	0,196	0,108	0,063	–0,084	–0,015	–0,005	–0,054

- Положительные корреляции отмечены лишь отчасти только для вида: **Жужелица хлебная малая** (*Zabrus tenebrioides Geoze*).
- Значимые отрицательные корреляции наблюдаются для следующих триб: **Щелкуны** и **чернотелки** (*Elateridae, Tenebrionidae*), **Совка стеблевая южная** (*Oria musculosa Hb.*) и лишь отчасти для вида **Мотылек стеблевой** (*Ostrinia nubilalis Hb.*)

3. Распространение и особенности биологии насекомых – вредителей сельского хозяйства

Для понимания биологической природы выявленных взаимосвязей необходимо привлечь детальные сведения о распространении и особенностях биологии вышеперечисленных триб насекомых.

При подготовке данного раздела использованы различные источники по приводимому ниже списку. Поскольку, за очевидными исключениями, необходимые сведения по каждому биологическому виду (группе видов, роду, трибе) оказались разбросаны по разным источникам, непосредственные указания цитат в тексте раздела не приводятся.

a) *Бей-Биенко Г.Я.* Определитель насекомых Европейской части СССР в пяти томах. Том 1. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением, Издательство «Наука», Москва – Ленинград, 1964 – 937 с.

b) *Бей-Биенко Г.Я., Богданов-Катьков Н.Н., Щеголев В.Н. и др.* Сельскохозяйственная энтомология. — 3-е изд.. — М.-Л.: Сельхозгиз, 1955. — 616 с.

c) *Белецкий Е.Н.* Массовые размножения насекомых: История, теория, прогнозирование. Архивная копия от 28 марта 2018 на Wayback Machine. — Харьков: Майдан, 2011. — 172 с. (https://agromage.com/book.php?id=4)

d) *Васильев В.П.* Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: В 3-х тт. /Под общ. ред. В.П. Васильева.— 2-е изд., испр. и доп.— т. 1. Вредные нематоды, моллюски, членистоногие/ Ред. тома В.Г. Долин.— К.: Урожай, 1987.— 440 с.: ил.

e) *Васильев В.П.* Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: В 3-х тт. — т. 2. Вредные членистоногие, позвоночные. — 2-е изд., испр. и доп. / Под общ. ред. В.П.Васильева; Ред-ры тома В.Г. Долин, В.Н. Стовбчатый.— К.: Урожай, 1988 — 576 с.; ил.

f) *Головач* // Германик — Голубь. — М. : Советская энциклопедия, 1952. — С. 608. — (Большая советская энциклопедия : [в 51 т.] / гл. ред. Б. А. Введенский ; 1949—1958, т. 11).

g) *Горностаев Г. Н.* Насекомые СССР. — Москва: Мысль, 1970. — 372 с.

h) *Гурьева Е.Л.* Жуки-щелкуны (Elateridae). Подсемейство Elaterinae // Фауна СССР. 12, 4. – Л., 1979. – 451 с.

i) *Кузнецов В.И.* Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Том III. Чешуекрылые. ч. 1. – СПб. Наука, 1994. – 316 с.

j) *Кузнецов В.И.* Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Том III. Чешуекрылые. ч. 2. – СПб.: Издательство "Наука", 1999. – 410 с.

k) *Медведев А.А.* Информация о семействе Щелкуны (Elateridae). Сайт ЗИН РАН (zin.ru) (2002). http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/rus/incoel.htm (дата обращения 03.09.2023)

l) *Медведев Г.С.* Жуки-чернотелки (Tenebrionidae). Подсемейство Opatrinae. Трибы Platynotini, Dendarini, Pedinini, Dissonomini, Pachypterini, Opatrini (часть) и Heterotarsini. // Фауна СССР: Жесткокрылые. Т. 19, вып. 2. – Л., 1968: Наука. – 285 с.

m) *Римский-Корсаков М.Н.* Кравчик // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.

n) *Римский-Корсаков М.Н.* Щелкуны // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
o) *Сибирская кобылка* // Сафлор — Соан. — М.: Советская энциклопедия, 1976. — С. 333. — (Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров ; 1969—1978, т. 23).
p) *Стрелков А.А.* Настоящие полужесткокрылые Европейской части СССР (Hemiptera). Определитель и библиография. Издательство академии наук СССР. – Москва-Ленинград, 1951 – с. 425
q) *Черней Л.С.* Фауна Украины. Том 19. Жесткокрылые. Выпуск 10. Жуки-чернотелки. - Киев: Наукова думка, 2005. – 432 с.
r) *Черней Л.С.* Жесткокрылые. Вып. 10. Жуки-чернотелки (Coleoptera, Tenebrionidae) / под редакцией Г. С. Медведева. — Киев: Наукова думка, 2005. — С. 189—194. — 432 с. — (Фауна Украины. т. 19)
s) *Чернышёв С.Э., Легалов А.А.* Хортоантобиотические жесткокрылые (Coleoptera: Cantharidae, Malachiidae, Dasytidae, Meloidae, Oedemeridae, Bruchidae, Anthribidae, Rhynchitidae, Brentidae, Curculionidae) Кулундинской лесостепи Западной Сибири. Видовой состав. Евразиатский энтомол. журнал. – 2008, 7(4): 323-333
t) *Plague Locusts – Identification and Biology*. Department of Primary Industries (Victoria) (6.11.2008). (ссылка) https://web.archive.org/web/20080728022337/http://www.dpi.vic.gov.au/DPI/nrenfa.nsf/LinkView/E8BECA25F3EF3449CA256F720016696AAEE066A92D83F652CA2570D90013C0A8

Порядок следования описаний соответствует порядку, принятому в наиболее важном для данной работы источнике (Станкевич и соавт., 2019).

3.1. Саранча пустынная, или шистоцерка *Schistocerca gregaria* Forsk.

Ареал. Субтропическая и тропическая зоны Африки, Аравийского полуострова и Индостана.

Биология. Предпочитает теплый климат и песчаную почву. При обилии пищи ведет одиночный образ жизни, но при дефиците корма образует огромные колонии (насчитывающие десятки миллионов особей), которые начинают активный поиск богатых пищей территорий. Колонии совершают перелёты в основном утром или вечером, на расстояния до 100 км. За год успевает развиться 2-5 поколений.

3.2. Саранча африканская мигрирующая *Locusta migratoria migratorioides* R. et F.

Ареал. Саранча перелетная распространена на юге Европейской части России, на Кавказе, в Средней Азии, в Казахстане, в южной части Западной Сибири. Ареал охватывает Европу, Малую Азию, Северную Африку, Северный Китай, Корею. Основные резервации *Locusta migratoria migratoria* на территории России и ближнего зарубежья расположены в дельте Дуная, Днестра, в низовьях рек, впадающих в восточную часть Азовского и северную часть Каспийского морей, по среднему течению реки Сырдарьи, в дельте Амударьи, в бассейне оз. Балхаш, в низовьях и по среднему течению рек Иргиз, Тургай, Сарысу и Чу, по берегам озер Алаколь, Зайсан. Среднерусская саранча (*Locusta migratoria rossica*) распространена в средней полосе европейской части России, от южных районов лесной зоны до северной части степной.

Биология. Окрыление личинок и появление взрослых насекомых в южных резервациях наблюдается в первых числах июля. Популяция многочисленна в засушливые годы с низким уровнем паводков. Взрослые особи могут единично или кулигами разлетаться из резерваций на большие расстояния. Во время полета у самок активизируется развитие яичников. Спаривание сопровождается сперматофорным оплодотворением. К откладыванию яиц самки приступают в

середине августа. Продолжается кладка до октября. Подвид *Среднерусская саранча* откладывает кубышки в основном на стерне яровых хлебов и залежах. В южных резервациях подвид *Locusta migratoria migratoria* откладывает яйца по краям тростниковых зарослей на слегка возвышенных участках. При перемещении яйца откладываются во всякую, но не слишком твердую почву там, где саранча оказалась в момент полной зрелости яичников. Количество яиц в кубышке варьирует в среднем от 55 до 115 шт. Одна самка может отложить 1–2 кубышки. Максимальная плодовитость самки до 120 яиц. Яйцо зимует в кубышке, внутри почвы, на глубине 5-6 см. Эмбрион стадной фазы начинает развиваться осенью, достигает определенной стадии и приостанавливается, пережидая зимнее время в состоянии диапаузы. Оканчивается его развитие только весной следующего года. Яйца одиночной фазы в благоприятных условиях могут развиваться без диапаузы. На юге ареала эмбриональное развитие вредителя заканчивается в мае. Длительность развития яйца и сроки выхода личинок зависит от температуры окружающей среды, уровня и продолжительности половодья. Личинка отрождается весной. Длительность развития 30-50 дней. За это время личинка проходит пять возрастов. Среднерусская саранча в теплые годы выходит из яиц, начиная с третьей декады мая до начала июня, а в холодные – во второй декаде мая. Необходимое условие для появления личинок – установление средней дневной температуры от +15°С до +18°С в течение 14 суток. Личинки одиночной фазы могут питаться и развиваться в месте появления из яиц. При повышении плотности популяции наблюдается появление стадной фазы вредителя. Кулига личинок саранчи движется с достаточно большой скоростью. В третьем и четвертом возрасте вредители передвигаются со скоростью 6–7 м/мин, в пятом до 10–12 м/мин. Во время движения кулиги успешно преодолевают различные водные препятствия: болота, рукава рек. Известно, что личинки перелетной саранчи в поисках пищи переправлялись через реки Кума и Сырдарья. Имаго появляются в кулигах с начала июня и продолжают передвижение в поисках пищи и мест откладки яиц. Стая взрослой саранчи летит со скоростью 10–15 км/ч и способна за день преодолеть от 80 до 120 км.

3.3. Саранча африканская красная *Nomadacris septemfascuata Serv.*

Ареал. Вид *Nomadacris septemfasciata* широко распространён в Чёрной Африке (тропической Африке южнее Сахары). Красная саранча размножается в очагах, расположенных в Центральной Африке, но хорошо известна в Южной Африке, куда она периодически совершает налёты и тоже размножается. Интенсивно размножается в степях с мозаичным ландшафтом, где участки низко- и высокорослых злаков мозаично располагаются между кустарником и лишёнными растительности участками. По возможности вблизи реки или озера, затопляющих окрестности в дождливый период.

Биология. При массовом размножении живут скрыто, группируясь в кулиги (скопления личинок) или стаи (скопления взрослых). Как и всем саранчовым красной саранче свойственна миграция, выражающаяся в виде перелётов. Относятся к геофилам и всё время совершают днем горизонтальные миграции, перелетая с одного места на другое. Как и другие саранчовые мигрируют с участков, где кормятся, в места, удобные для откладки яиц. Развиты миграционные инстинкты, активные переходы и перелеты осуществляются кулигами и стаями на большие расстояния. Как личинки, так и взрослые саранчовые ночуют обычно на верхних частях растений, где они пребывают в ночное время в состоянии холодового оцепенения. После восхода солнца по мере прогрева воздуха личинки становятся активными.

3.4. Саранча перелетная австралийская *Chorthoicetes terminifera Walk.*

Ареал. Встречается обычно на северо-западе Нового Южного Уэльса и примыкающих областях Квинсленда и Южной Австралии, а также в Западной Австралии. Из этих районов саранча может время от времени распространяться на сельскохозяйственные районы Южной Австралии, Нового Южного Уэльса (включая Риверину) и Викторию. Этот вид саранчи можно увидеть на различных пастбищах и открытых лесистых ареалах во всех внутренних районах материковой части Австралии. Ветры верхнего уровня могут иногда занести саранчу в прибрежные районы материка и на север Тасмании и создавать популяции в восточных долинах Большого Водораздельного хребта; эти популяции, как правило, не в состоянии утвердиться более чем на несколько поколений.

Биология. Взрослая саранча, питаясь зелеными побегами, которые появляются после дождя в течение 24 до 48 часов в тёплые месяцы и откладывают яйца в течение пяти-семи дней после дождя. Используя яйцеклад чтобы просверлить отверстие, саранчовые откладывают яйца в почву в стручок. Стручок содержит от 30 до 50 яиц и саранча откладывает 2-3 стручка, за время от 5 до 10 дней. Подобное откладывание часто происходит массово, и на гектаре подходящей почвы оказывается до миллиона личинок. В хороших условиях (то есть при тёплой и влажной погоде) зародышам требуется около двух недель, чтобы развиться. После вылупления личинкам нужно около 20-25 дней до полного развития в середине лета. Саранча имеет пять возрастных стадий, при которых крылья становятся более заметными с каждой линькой. После первой и второй стадии нимфы будут образовывать скопления, именуемые по-английски *bands*. Скопления личинок саранчи в поздних стадиях может проделывать до 500 метров в день. В засушливых местах собираются большие группы, которые видны с воздуха, а в сельскохозяйственных регионах группы, как правило, меньше. После окончательной линьки — от 6 до 8 недель после откладывания яиц — взрослая саранча называется *fledgling* («молодняк»). Фледлинги имеют три этапа развития: фаза роста, где крылья усиляются, а экзоскелет затвердевает; этап накопления веса; наконец, этап развития ооцита. Стадные популяции саранчи образуют рои, появляющиеся в центральной части Восточной Австралии раз в два или три года. Австралийская саранча является менее стадной, чем другие виды саранчи; стаи австралийской саранчи варьируются от плотной стаи до рассеянных взрослых особей. Рои могут сохраняться в течение нескольких дней; размётываясь и сбиваясь воедино, следуя за ветром. Рой может двигаться со скоростью до 20 километров в день. Рой может поражать площадь до 50 квадратных километров, хотя обычно он поражает менее 5 квадратных километров. Рой может продвинуться на расстояние до 800 километров, стремясь двигаться с горячими ветрами, и вообще, в большинстве случаев к побережью.

3.5. Прус, или саранча итальянская *Calliptamus italicus L.*

Ареал. Прус (*саранча итальянская*) распространен на юге европейской части России, на Кавказе, в Средней Азии, в Казахстане. Ареал вредителя охватывает Западную Европу, Северную Америку, Переднюю Азию, Иран.

Биология. Имаго обитает в разнообразных диких биотопах. При небольшой плотности популяций имаго держатся отдельно друг от друга. Увеличение численности приводит к стадному образу жизни и появлению особей стадной фазы. Скопления саранчовых (кулиги) подчиняют по-

ведение отдельных особей общим правилам. Они совершают общие миграции (перелеты). Имаго летят на расстояния в несколько десятков километров, но потоками воздуха могут переноситься гораздо дальше. Период спаривания проходит вскоре после окончания полового созревания. Откладка яиц начинается со второй половины лета, примерно через неделю после спаривания. На рыхлом грунте яйца откладывают на глубину 3-3,5 см. Процесс яйцекладки продолжается до сентября. Яйцо зимует в почве, внутри кубышки. Процесс отрождения растянут с середины мая до середины июня. Массовое появление личинок наблюдается при прогреве почвы до +23°С. Развитие от личинки до имаго проходит через пять возрастов, в среднем за 40-45 суток. При большой плотности популяции личинки, как и имаго, ведут стадный образ жизни, и перемещаются в кулигах. Появление молодых особей наблюдается во второй половине лета. Вскоре после окрыления насекомые спариваются и приступают к откладке яиц.

3.6. Саранча марокккская *Dociostaurus maroccanus Thnb.*

Ареал. Протягивается от островов Атлантики (Канары, Мадейра) на западе до Юго-Восточного Казахстана и Афганистана на востоке. В Северной Африке встречается в Марокко, Алжире, Тунисе, Ливии и Египте, а южной границей распространения является 28° северной широты. В Европе обитает в Португалии, Испании, Франции и Италии, а также в странах Балканского полуострова. Встречается в странах Ближнего Востока и Малой Азии, Иране и Афганистане. В европейской части территорий стран бывшего СССР марокккская саранча обитает на юго-западе Украины, в Молдове, Крыму, на Северном Кавказе и в Закавказье, причём северная граница ареала достигает 46° северной широты на Северном Кавказе и 49° северной широты в Прикарпатье. В азиатской части этот вид встречается в странах Средней Азии и на юге Казахстана, где и находится крайняя северо-восточная точка его ареала (60 км к востоку от Алма-Аты).

Биология. Характерной особенностью является строгая приуроченность этого вида к определённому типу местообитаний на всём протяжении ареала, а именно, к предгорным полупустыням с мозаичной эфемероидной растительностью. Высота таких местообитаний колеблется примерно между 500 и 1000 м (над уровнем моря), изредка опускаясь до 100 м или поднимаясь до 2200 м. Ещё одной характерной чертой экологии является приуроченность мест яйцекладки к целинным, нераспаханным землям. Поэтому распашка губительна для данного вида. Во время массовых размножений кулиги личинок почти полностью съедают скудную растительность в местах отрождения и начинают двигаться вниз, спускаясь с сухих предгорий в плодородные долины и уничтожая на своём пути посевы. После окрыления стаи имаго совершают перелёты на 50-75 км. Нарастание численности обычно происходит тогда, когда температура превышает средние многолетние значения, а осадков выпадает меньше нормы. При этом критическое значение имеют осадки, выпадающие весной (с марта по май): оптимальным их количеством является примерно 100 мм. Если осадков в этот период выпадает несколько меньше, и, особенно, если такие засушливые вёсны случаются по крайней мере 2 года подряд, то происходит подъём численности марокккской саранчи. Отрождение происходит рано, дружно и обычно заканчивается водной стации за 5-6 дней. Со второго возраста, кулиги личинок начинают групповые миграции. Плотность личинок младших возрастов в движущихся кулигах достигает нескольких тысяч, а старших - нескольких сотен экземпляров на кв. м. Первые имаго появляются в конце апреля, в массе окрыление происходит в начале мая. Через несколько дней половозрелые особи приступают к спариванию, а вскоре после этого – к откладке яиц. Через 10-15 дней после окрыления и затем на протяжении месяца особи стадной фазы могут совершать

миграции стаями. Плотность имаго в приземлившейся стае от 50 до 300 экземпляров на квадратный метр. Полёт совершается на высоте от 20 до 100 м, со скоростью 8-10 м/сек. Максимальная дальность перелётов составляет 250 км, но обычно она значительно ниже – в среднем 50-75 км за весь период имагинальной жизни. В начале июня, когда растительность в местообитаниях саранчи в значительной степени выгорает, начинается отмирание.

3.7. Саранча перелетная, или азиатская *Locusta migratoria* L.

Ареал. Включает практически все умеренные и тропические области Восточного полушария. Его северный рубеж в Евразии примерно совпадает с южной границей зоны тайги. В бывшем СССР: средняя полоса и юг европейской части, Кавказ, юг Сибири до Приморья, Казахстан, Средняя Азия, Курильские острова (о. Кунашир).

Биология. Гнездится по берегам рек, озёр и морей, в зарослях тростника *Phragmites australis*, образующих большие массивы – плавни. Выделяются 7 районов постоянного обитания, или гнездилищ, из которых наиболее активно в настоящее время функционируют Балхаш-Алакольское и Амударьинское гнездилища. В последние годы активизировались также Прикаспийские и Дагестанские очаги. Отрождение личинок в большинстве гнездилищ происходит в середине или в конце мая. Отрождение дружное, на одной залежи оно заканчивается за 4-5 дней. Личиночное развитие продолжается 35-40 дней (т. е. по 7-8 дней на каждый возраст). Личинки стадной фазы уже с первых дней после отрождения собираются в кулиги. Максимальная плотность личинок в кулигах достигает 80 000 экземпляров на квадратный метр для личинок I возраста и 7000 экземпляров на квадратный метр для личинок V возраста. Кулиги могут мигрировать на большие расстояния: при редкой растительности личинки V возраста преодолевают до 3 км в день. В конце июня – начале июля появляются взрослые особи. Примерно через 10 дней после окрыления начинаются массовые перелёты стай. Спаривание начинается через 2-4 недели после окрыления, а ещё через 2-3 недели (обычно в конце июля) самки приступают к яйцекладке. Каждая самка откладывает 2-3, а в южных гнездилищах и при тёплой погоде – до 5 кубышек, содержащих в среднем 60-80 (максимум до 120) яиц. По своему пищевому режиму азиатская саранча – довольно узкий олигофаг, предпочитающий злаки (тростник, пырей, вейник). Соответственно, из культурных растений она может сильно повреждать зерновые, в том числе рис. При вылетах за пределы гнездилищ или при недостатке излюбленного злакового корма азиатская саранча питается очень широким кругом растений, принадлежащих к нескольким десяткам семейств. Каждая особь поедает от 300 до 500 г зелёного корма в течение жизни. Динамика популяций азиатской саранчи тесно связана с изменениями водного режима в её гнездилищах: чередующиеся сезонные паводки и обсыхания плавней обусловливают сокращение или расширение кормовой базы и участков для яйцекладки.

3.8. Нестадные саранчовые (кобылки) *Podisma pedestris* L., *Gomphocerus sibiricus* L., *Paracryptera microptera* F.-W., *Stauroderus scalaris* F. W.

Кобылка бескрылая пешая *(Podisma pedestris L.)*

Ареал. Включает Россию (Европейскую часть, юг Сибири, Бурятию, Читинскую область), Западную и Восточную Европу, Северный и Западный Казахстан, Северную Монголию.

Биология. Указывается, что вид распространен почти всюду. Однако лучше адаптирован к полосе смешанных и широколиственных лесов. Предпочитает участки с густой высокой мезофитной растительностью, например, поляны или опушки леса. Встречается единичными особями по опушкам лесов, а также на сухих участках с песчаным грунтом и разреженным травянистым покровом. Вид обычен и в борах, в том числе на опушках с разреженным низким разнотравьем. Личиночных возрастов – 4. Отрождение раннее, обычно в мае, превращение во взрослое насекомое – в июне. Активен с мая по август. Не поёт. Питается зелеными частями трав, деревьев и кустарников, но, возможно, потребляет и опад. Иногда вредит культурным растениям и лесным породам. В годы, обильные дождями, в массе гибнет от грибной эпизоотии. Из паразитов кубышек известны личинки жуков-нарывников *Hycleus polymorphus* и мух-жужжал *Thyridanthrax fenestratus*. Кубышку самка откладывает в середине июля на глубину 9–20 мм и утрамбовывает землю яйцекладом. Кубышка небольшая, слабо изогнутая, реже прямая, сплюснутая с боков, слабо четырёхгранная. Длина 9-16 мм (средняя 10-13 мм), толщина её между боковыми стенками 4,5-5,5 мм, а между передней и задней 6,0-6,5 мм. Стенки тонкие, средней прочности, состоят из частичек почвы, скреплённых секретом. На вершине обычно небольшое возвышение - место выходного отверстия, иногда здесь имеется подобие плоской крышечки. Внутри кубышка заполнена мелкоячеистым, полупрозрачным, буровато-розовым секретом. Яйца розовато-бурого цвета, в количестве 14-32 шт. (обычно 16-24 шт.), толстые, изогнутые, более суженные на нижнем полюсе, длиной 4,5-5,1 мм, диаметром 1,2-1,5 мм, располагаются 4 продольными плотными рядами под углом в 45-90° к стенкам. Они полностью заполняют кубышку, так что над ними остается лишь небольшой слой секрета в 1,0-1,5 мм. Между яйцами и боковыми стенками кубышки прослойка секрета очень тонка, так что яйца с трудом отделяются от стенок.

Кобылка сибирская *(Gomphocerus sibiricus L.)*

Ареал. Вид распространён в Сибири, в северной половине Казахстана, в горах Казахстана и Средней Азии, в Монголии, Северо-Восточном Китае и Тибете, на севере европейской части России, в горах Кавказа и юга Европы.

Биология. Широкое распространение в большинстве регионов России, основные места обитания – равнинные и горные ландшафты лесостепной и степной зон. Взрослые насекомые длиной 15-26 мм, бурого, оливкового или зеленоватого цвета. Зимуют яйцекладки в почве. Появляющиеся весной личинки питаются травянистыми растениями многих культурных и дикорастущих видов, предпочитая злаковые. После пяти линек появляются взрослые насекомые. Самки откладывают яйца (до 250 шт.) в специально устроенные почвенные камеры – кубышки. В течение года развивается одно поколение вредителя.

Крестовая кобылка *(Paracryptera microptera, Arcyptera microptera F.-W.)*

Ареал. Включает Европу, Кавказ, Малую Азию, Иран, Среднюю Азию, Западную Сибирь, Монголию, Дальний Восток.

Биология. Обитает обычно на сухих лугах, предпочитая злаковые местообитания с преобладанием овсяницы, ковыля и др. Повреждает зерновые злаки и травы пастбищ и сенокосов. Кроме того, может повреждать люцерну, картофель и пр. Характерной поведенческой особенностью является перегрызание листа злака, спрыгивание с растения и поедание отгрызенной части на земле, затем – подъём на растение за новой порцией пищи. Личинки отрождаются рано, в конце мая, в степных районах в первой половине мая. Имеет 4 личиночных возраста. Окрыление

через 25-30 дней после отрождения. Через 15-18 дней после окрыления начинается яйцекладка. В середине июля начинается отмирание. Кубышка длиной 12-22 мм, слабо колбовидная, прямая или слегка изогнутая, диаметр её 5,5-8,6 мм. Стенки снаружи гладкие, толстые, 0,75-1,5 мм, твёрдые, из земли, при разламывании раскалываются на неправильные кусочки. Изнутри стенки покрыты тонкой плёнкой пенистого строения. Выходное отверстие закрыто земляной крышечкой, представляющей вогнугый диск с заострёнными краями толщиной 1,2-1,3 мм. Снизу на ней небольшой слой мелкоячеистого блестящего белого секрета. Остальное пространство кубышки, не занятое яйцами, пустое. Яйца в количестве 10-18 шт., желтовато-матовые, слабо изогнутые, длиной 5-6 мм и диаметром 1,4-1,8 мм, располагаются 3 продольными рядами к боковым стенкам. Откладка производится в местах с твёрдой почвой и редкой растительностью. Ряд авторов указывает на откладку по обочинам грунтовых дорог и даже на самом полотне дороги.

Кобылка темнокрылая *(Stauroderus scalaris F. W.)*

Ареал. Вид распространён во всех регионах Сибири, на севере европейской части России, в горах Кавказа.

Биология. Отрождение в середине мая, личинки имеют 4 возраста, которые развиваются 30-35 дней. Песня громкая (треск) напоминает звук велосипедной «звездочки», трещит даже в полете. Кубышка короткая, овальной формы, суженная к обоим концам, верхний более острый, образована пенистым, полупрозрачным, мелкоячеистым секретом рыжевато-жёлтого цвета, который, уплотняясь, формирует её стенки толщиной до 1 мм. Стенка имеет вид плотной упругой коричневой плёнки, присыпанной частичками почвы, через которую видны контуры яиц. Длина кубышки 7-12 мм, диаметр 4-5 мм. Выходное отверстие располагается сбоку, поэтому вершина кубышки заострена. Закрыто оно тонкой плёнкой, образованной пенистым секретом. Яйца в количестве 7-12 шт., слабо изогнутые, желтоватого цвета, блестящие, широко закруглённые на концах, длиной 4,5-5,6 мм, диаметром 1,3-1,5 мм, расположены 3 рядами под углом к боковым стенкам. Если яиц в кубышке мало, тогда над ними слой секрета высотой 2-3 мм. Откладка производится в относительно мезофильных участках с лёгкими почвами и сравнительно негустым растительным покровом, на глубину не более 10 мм.

3.9. Хрущи майские *Melolonta sp.*

Ареал. Вид распространён на большей части Европы, на востоке встречается в европейской части бывшего СССР. Граница ареала на восток идёт до линии, проходящей от Эстонии на Смоленск – Курск – Воронеж – Харьков; южная граница ареала: Запорожье – Кропивницкий – север Одесской области – низовье Днестра; северная граница ареала доходит до юга Швеции и севера Подмосковья.

Биология. Жуки откладывают яйца в почву. Через 24-25 либо 40-50 дней, в зависимости от температуры почвы, из них появляются личинки. Личинка живет в почве 3-4 года, питается корнями различных растений. Окукливание личинок последнего возраста происходит в июне-июле. Имаго развивается из куколки за 30–40 дней и зимует в почве. В засушливые годы возможен вылет некоторого количества молодых жуков осенью. В северной и средней Европе генерация 4-летняя, в более тёплых южных областях 3-летняя.

3.10. Кравчик-головач

Letrus apterus Lax.

Биология. Весной жуки копают норки, запасают корм, и откладывают в них яйца. Часть жуков зимует в этих же норках в состоянии диапаузы до следующей весны. Личинки быстро развиваются, через три недели окукливаются. Еще через 10-12 дней из куколок выходят жуки. Молодые жуки проводят в куколочной камере конец лета, осень и зиму, и только весной вылезают на поверхность.

3.11. Щелкуны и чернотелки

Elateridae, Tenebrionidae

Щелкуны *(Elateridae)*

Ареал. Встречаются всесветно, за исключением Антарктиды, и во всех высотных поясах — до самых границ постоянных снежников и ледников. Некоторые жуки были собраны с высот до 5000 метров и даже выше. Наибольшее разнообразие щелкунов — в экваториальных и приэкваториальных областях. Видов-космополитов в семействе нет. Ареалы большинства представителей ограничены одной зоогеографической областью или регионом, однако всесветные или близкие к всесветным ареалы характерны для отдельных родов, в том числе щелкунов посевных, щелкунов настоящих*, Melanotus, Agrypnus, Compsolacon, Alaus, Elater*.

Биология. Большинству видов Палеарктики свойственны многолетние жизненные циклы. Наиболее затянутое (до 6 лет) развитие характерно для северных видов. В южных областях полный цикл развития большинства видов щелкунов завершается за 2-4 года. Более коротким циклом развития обладают, как правило, также виды, имеющие маленькие размеры. Виды с широким ареалом обычно имеют в разных зонах различное количество генераций: больше на севере, меньше на юге. Эмбриональное развитие продолжается в среднем 2-4 недели. Личинка в процессе роста несколько раз линяет; число линек и соответственно количество возрастов зависят от температуры, влажности, количества и качества пищи. По завершению развития личинка окукливается в подготовленной куколочной колыбельке. Стадия куколки длится от недели до месяца. По характеру зимовки, времени окукливания и фенологии имаго палеарктические щелкуны разделяются на две группы. Большинство видов зимует как в личиночной, так и в имагинальной стадиях, личинка окукливается с конца июля до начала сентября, молодые жуки уходят на зимовку в куколочной колыбельке или при высоких осенних температурах покидают ее и зимуют во вторичных укрытиях, спаривание и яйцекладка происходят весной или в первой половине лета. Меньшая часть видов зимует только в личиночной стадии; окукливание у них происходит весной, жуки выходят из куколок в середине лета и через некоторое время приступают к спариванию и яйцекладке. Общая продолжительность жизни имаго, отрождающегося осенью, около 11 месяцев, у жуков, отрождающихся летом, 3-5 месяцев. Для некоторых представителей *Negastriinae* известна перезимовка неоплодотворенных самок, в таком случае продолжительность жизни жуков составляет около полутора лет. Срок жизни самцов обычно значительно короче, чем у самок, так как самцы, как правило, отмирают вскоре после спаривания.

Чернотелки *(Tenebrionidae)*

Ареал. Семейство распространено по всему миру. На территории России и сопредельных стран насчитывают более 1000 видов. Наиболее широко виды чернотелок представлены в фауне засушливых областей, особенно пустынь и полупустынь.

Биология. Стадия развития эмбриона длится от 5 до 20 суток. Личинка (ложнопроволочник) проходит от 6 до 11 возрастов. Из первых яйцекладок личинки выходят в апреле-мае. По продолжительности жизни личинок выделяются следующие группы чернотелок: стадия личинки проходит в весенне-летний период; стадия личинки проходит с весны-лета до весны следующего года: часть личинок окукливается до осени, вторая часть, развивающаяся из яиц, отложенных во второй половине лета, уходит на зимовку в различных возрастах и окукливается весной следующего года; личинки зимуют один раз и более, развиваются из яиц, отложенных весной; личинки зимуют два раза и более, развиваются из яиц, отложенных в конце лета. Личинки развиваются быстро, от 1-2 дней до нескольких месяцев. Стадия куколки у большинства видов продолжается 8-13 суток. Молодые жуки после выхода из куколки чернотелки проходят период дополнительного питания (3-4 недели), затем приступают к размножению. Имаго чернотелок имеют различную продолжительность жизни. Она может у разных видов составлять от нескольких месяцев до 3 лет, некоторые виды до 5 лет.

3.12. Медляк песчаный и чернотелка кукурузная *Opatrum sabulosum L., Pedinus femoralis L.*

Медляк песчаный *(Opatrum sabulosum L.)*

Ареал. *Медляк песчаный* (семейство *Чернотелки*) распространен на юге европейской части России, на Кавказе, в южной Сибири, в Казахстане, в горах и предгорьях Средней Азии. Ареал вредителя охватывает Среднюю и Южную Европу, Малую Азию и Монголию.

Биология. Жуки живут около двух лет, ежегодно после перезимовки откладывают яйца. Зимуют в верхнем слое почвы и среди растительных остатков на полях. Весной, в степной зоне, имаго появляются на поверхности в конце марта или начале апреля. Точное время появления зависит от скорости прогревания почвы. Период спаривания наблюдается в апреле. К концу апреля – началу мая самки приступают к откладке яиц, которая продолжается в течение месяца. Самки откладывают яйца в почву на глубину 2-5 см кучками. В одной кучке может быть от нескольких штук до десятка. Плодовитость до 100 яиц. Период яйцекладки растянут. Яйцо развивается в течение недели. Личинка после выхода из яйца питается гниющими остатками растений, почти не повреждая живых растений. Полное развитие личинки завершается за 35-40 дней. Куколка формируется в почве на глубине 3-6 см. Эта стадия длится от 6-8 дней до двух недель. Окукление наблюдается в конце июля – начале августа. Личинки, отродившиеся из поздних яйцекладок, окукливаются в августе – сентябре, и молодые жуки остаются в куколочных колыбельках всю зиму. Появление молодых жуков наблюдается с июля по август. Это создает вторую волну повышенной численности вредителя на полях культурных растений. С наступлением холодов жуки перемещаются в места зимовки.

Чернотелка кукурузная *(Pedinus femoralis L.)*

Ареал. В России: средняя и южная полосы европейской части, Кавказ, юг Западной Сибири; в европейской части на остепненных участках, местами достигает подзоны смешанных лесов, на юге не переходит границ полупустыни. На Украине более многочисленна на юге лесостепи и в степной зоне.

Биология. Жуки живут 2-3 года, развитие личинки завершается за 12-14 месяцев. Зимуют разновозрастные жуки и личинки: жуки — в верхнем слое почвы и под укрытиями, личинки на глубине 20-40 см. В степной зоне жуки начинают выходить на поверхность во второй половине ап-

реля и постепенно покидают укрытия к началу мая. Самки начинают откладывать яйца в мае. Откладывание яиц продолжается в течение всей вегетации, и за это время одна самка может отложить их до 1500 штук. В связи с растянутостью периода откладки яиц в почве одновременно встречаются личинки различных возрастов и даже куколки. На второй год жизни плодовитость самок не превышает 750-800 яиц. Стадия куколки длится 14-18 дней. Вышедшие из колыбелек жуки через месяц способны к размножению.

3.13. Совка озимая
Scotia segetum Schiff.

Ареал. *Совка озимая* широко распространена на всей европейской части России, в Приуралье, на юге Сибири, на Дальнем Востоке, в Балтии, Беларуси, Украине, Молдове, Закавказье, Средней Азии, Западной Европе, Африке, на Ближнем Востоке, в Монголии, Китае, Японии, Индостане, Непале.

Биология. Начало лёта бабочек первого летнего поколения наблюдается в мае-июне, в южных районах ареала – с конца апреля. Массовый лёт начинается при температуре воздуха +16–17°C и продолжается до 20 дней. Продолжительность жизни бабочки озимой совки колеблется от 5 до 25 дней, максимально – 35-40 дней. В вечернее время (до 21-22 часов) и после двух часов ночи наблюдается интенсивный лет, спаривание и откладка яиц бабочками. Одна самка может отложить от 470 до 2200 яиц. Эмбриональное развитие при температуре +29-30°C продолжается 3-5 суток. При +10-12°C – до 24 суток. Для развития яиц необходима сумма эффективных температур 60-65°. Нижний порог развития эмбриона – +10°C, верхний – +36°C. Оптимальная температура для развития яиц – +18-27°C. При высоких температурах почвы и воздуха яйца гибнут. Личинка (гусеница) проходит шесть возрастов. Оптимальные условия для развития I возраста: температура +16-30°C, относительная влажность воздуха 75-100%. Для II-VI возрастов: +18-25°C и 70-95%. Развитие гусеницы продолжается 24-36 суток, однако при понижении температуры и осадках может задерживаться до 90-100 суток. Последняя длительность развития гусениц характерна для северной части ареала. Гусеницы младших возрастов могут выдерживать температуру до –5°C. Они остаются в поверхностном слое почвы и гибнут в начале зимы. Однако в Азербайджане, Туркмении, Таджикистане и других южных районах обитания мягкие зимы переживают и гусеницы II–IV возраста. В Абхазии также зимуют куколки и бабочки. Перезимовавшие гусеницы поднимаются в верхние слои почвы, где окукливаются в гладкостенной пещерке. Куколки развиваются 25-35 дней. Гусеница летнего поколения, окончив питание, устраивает в почве на глубине 1-6 см земляную пещерку и превращается в пронимфу. Через 2-10 дней пронимфа трансформируется в куколку. Летние куколки развиваются за 11-14 суток. Бабочки второго поколения летают с середины июля до середины сентября. Откладывают яйца в первой половине августа, концентрируются на паровых полях и низкорослых пропашных культурах. Длительность развития цикла летнего поколения озимой совки составляет 50-70 суток. Сумма эффективных температур, необходимых для успешного развития одного поколения, колеблется от 550 до 750°.

3.14. Совка восклицательная
Scotia exclamationis L.

Ареал. *Совка восклицательная* распространена по всей Европейской части России до Полярного круга, на Кавказе, в Сибири (на север до Тобольска, Омска, Новосибирска и Иркутска). Ареал вредителя охватывает Восточные Саяны, Казахстан, горы Средней Азии, Дальний Восток, Кам-

чатку. Кроме того, вид обычен для Западной Европы, Северной Африки, стран Ближнего Востока, Ирака, Монголии, Кашмира, Китая, Тибета.

Биология. Бабочки появляются в конце мая, и некоторое время проходят дополнительное питание на цветочной растительности. Самки откладывают яйца на почву, сухие остатки растений и расположенные у земли листья. Эмбрион заканчивает развитие за 12-14 дней. Личинка (гусеница) способна успешно развиваться на 75 видах растений из 35 семейств. Зимуют взрослые гусеницы или пронимфы в почве. Окукливаются весной. В некоторых регионах, в частности, в Западной Сибири, на зимовку уходят гусеницы IV-V возрастов, перезимовав, весной заканчивают питание, и только потом окукливаются. Докормившиеся гусеницы устойчивы к отрицательным температурам. Окукливание проходит в почве на глубине не более 10 см. Длительность развития куколки зависит от климата места обитания вида. Имаго первого поколения выходит из куколки в конце мая. При развитии нескольких поколений за вегетационный период сроки развития генераций могут накладываться друг на друга. За вегетационный период на севере ареала развивается только одно поколение, южнее границы степи и лесостепи – два, в Азербайджане – три поколения. В природе гусеницы живут на дикорастущих травах, преимущественно семейства маревых и сложноцветных. В некоторых регионах были отмечены массовые появления вредителя. В степной зоне гусеницы первого поколения диапаузируют и лет бабочек второго поколения менее интенсивен и немногочислен.

3.15. Совка-гамма

Autographa gamma L.

Ареал*.* *Совка-гамма* распространена по всей европейской части России, до Архангельска, Сыктывкара и Перми, а также на Кавказе, в Средней Азии, Западной Сибири, на Дальнем Востоке. Ареал вредителя охватывает Западную Европу, Переднюю Азию, Афганистан, Индостан, Китай, Японию, Северную Африку, Северную Америку.

Биология. Лёт бабочек наблюдается с ранней весны до поздней осени (с конца апреля по ноябрь). Оптимальные условия для лёта создаются при температуре +20-25°С. Понижение температуры до +17°С приводит к резкому снижению активности бабочек и недоразвитию половых продуктов. Дополнительное питание бабочки могут проходить на цветках 177 видов растений из 38 семейств. Предпочитают астровые, губоцветные, капустные, бобовые, гвоздичные, розоцветные. Теплолюбивый вид. Самки откладывают по 1-2, реже 3-6 яиц, в основном на нижнюю поверхность листьев сорных растений, в числе которых дикая редька, бодяк, лебеда, осот, пикульник. Из культурных видов яйца обнаруживаются на свекле, подсолнечнике, вике, люпине, горохе, клевере, картофеле, репе, турнепсе, капусте. Плодовитость самки – от 500 до 1500 яиц. Эмбрион развивается от 3 до 7 дней. Оптимальные условия – температура +20-30°С и влажность 80-100 %. Личинка (гусеница) на начальных стадиях развития характеризуется сильной гигрофильностью. Оптимальные условия развития создаются при относительной влажности 90-100 % и температуре +20-30°С. Гусеница линяет четыре раза и проходит через пять возрастов. Длительность развития – 16-25 дней. Летом гусеницы окукливаются в белом тонком паутинном коконе, располагаясь на верхушечной части растений или под свернутым краем листа, осенью – в поверхностном слое почвы под растительными остатками. Продолжительность куколочной стадии – 6-13 дней. В осенне-зимний период выдерживает понижение температуры до –18°С. Имаго развивается из куколок с ранней весны до поздней осени. Лёт частично наслаивающихся друг на друга поколений наблюдается с апреля по ноябрь. Продолжительность развития одно-

го поколения – 25-45 дней. На севере ареала развивается одно поколение, на юге – три, иногда неполных четыре. Зимуют гусеницы, куколки, бабочки. Устойчивый снежный покров в сочетании с мягкой зимой благоприятно влияют на нарастание численности популяции.

3.16. Совка люцерновая, или льняная
Heliotis viriplaca Hfn.

Ареал. *Совка люцерновая* распространена в средней и южной полосе Европейской части России. Ареал вредителя охватывает страны Балтии, Беларусь, Украину, Молдову, Закавказье, Казахстан, Среднюю Азию, Западную Европу, Северную Америку, Переднюю, Центральную и Восточную Азии, Северный Китай, Индию.

Биология. Лёт бабочек на севере ареала наблюдается в июле – августе, в южной части – с конца апреля – по октябрь. Сроки лёта обоих поколений частично накладываются. Бабочки нуждаются в дополнительном питании для созревания половых продуктов. Питание проходит на цветущей растительности: эспарцете, люцерне, чине, горчице, подсолнечнике и прочих. Отсутствие дополнительного питания приводит к бесплодию самок. Самки откладывают яйца по одному на цветки и листья люцерны, эспарцета, сои, шалфея, верблюжьей колючки и многих других растений. Средняя плодовитость 600-700 штук, максимальная 1500. Яйцо развивается 3-9 дней. Личинка (гусеница) развивается от 19 до 33 суток. За это время гусеница линяет пять раз, проходя через шесть возрастов. Допитавшись, гусеницы первого поколения уходят в почву на глубину 2-4 см, изготавливают земляную колыбельку, в которой и окукливаются. Развитие куколки продолжается 10-17 дней. Зимуют диапаузирующие куколки второго поколения в почве на глубине 6-9 см. Диапауза наблюдается при продолжительности дня менее 15 часов и температуре +25°C. Имаго выходят из куколки с апреля по октябрь, в зависимости от климата района местообитания. После дополнительного питания копулируют, откладывают яйца и отмирают. В южной части Европы за вегетационный период наблюдается развитие двух поколений вредителя, в Средней Азии и Закавказье – трех.

3.17. Совка капустная
Mametstra brassicae L.

Ареал. *Капустная совка* распространена повсеместно по всей европейской части России, в Сибири, на Дальнем Востоке. В ареал обитания вредителя входят страны Балтии, Беларусь. Украина, Молдова, Закавказье, Средняя Азия, Европа, Северная Америка.

Биология. Вылет бабочек начинается поздней весной или в начале лета. В зоне с одним поколением бабочки вылетают в июне. Для откладки яиц самки нуждаются в дополнительном питании на цветущей растительности. Продолжительность жизни самки – 2-3 недели. Спаривание проходит через 2-3 суток после вылета. На следующие сутки самки начинают откладывать яйца, размещая их на нижней стороне листьев в один слой по 20-150 яиц в кладку. Плодовитость самки – от 600 до 2700 яиц. Эмбрион развивается в течение 4-12 дней. Личинка (гусеница) развивается от 24 до 50 дней в зависимости от температуры и влажности воздуха и почвы. Гусеница линяет пять раз и проходит шесть возрастов. Гусеницы первого поколения окукливаются в конце июня, второго – в сентябре-октябре в земляных коконах. Зимуют куколки в почве. Лёт бабочек второго поколения наблюдается со второй половины июля до начала сентября. Капустная совка – влаголюбивое насекомое. Чаще всего встречается в районах с повышенной влажностью, особенно в речных поймах. Нарастание численности наблюдается при сочетании теплой умеренно влажной погоды, наличия цветущей растительности во время лёта бабочек и

кормовых растений для гусениц. Пониженная влажность воздуха вызывает гибель гусениц, а отсутствие цветущих нектароносов – резкое снижение плодовитости бабочек. Зимующие куколки способны переносить длительное затопление. Количество поколений за сезон зависит от климата местообитания. Так, в горах северной части ареала развивается только одно поколение, в южных частях ареала – два или три.

3.18. Совка луговая восточная
Mythimna unipuncta Haw.

Ареал. *Луговая совка* распространена на Кавказе, в Средней Азии, в горном Крыму. Ареал вредителя охватывает юг Западной Европы, Северную и Южную Америку, Африку, Австралию.

Биология. Лёт бабочек первого поколения наблюдается с середины мая до конца июня. Второго поколения – с конца июля до ноября. Продолжительность жизни бабочек 2-3 недели. Самки откладывают яйца на сорные и культурные злаки за влагалища нижних листьев, вдоль стебля, в трещины коры и в сухие стебли полыни. Средняя плодовитость 300-400 штук, максимально 1600. Эмбриональное развитие длится от 4 до 12 дней. Гусеницы питаются 19-33 дней. Окукливаются в почве. Длительность развития куколки зависит от температуры и влажности окружающей среды. Имаго – первое поколение вылетает в середине мая, второе – в конце июля. Полициклический вид. За вегетационный период развивается 2-4 поколения в зависимости от района местообитания. Зимуют гусеницы, куколки и бабочки.

3.19. Мотылек стеблевой
Ostrinia nubilalis Hb.

Ареал. *Мотылек стеблевой* (кукурузный) распространен в европейской части России на севере до 60° широты, на Северном Кавказе, юге Западной Сибири, в Балтии, Беларуси, Украине, Молдове, Закавказье, Казахстане, в горах и оазисах Средней Азии. Ареал вредителя охватывает Европу (на север до Южной Финляндии), Северную Африку, Ближний Восток, Иран, Афганистан, Северную Америку.

Биология. Лёт бабочек первого поколения наблюдается с июня до середины июля. Второе поколение летает с конца августа до середины сентября. Недостаток влаги приводит к уменьшению численности вредителя. Бабочки способны к активным перелетам на расстояние до 2–3 км. Самка откладывают яйца через 3-5 дней после выхода из куколки. За 15-25 дней откладывается 10-1200 штук яиц, в среднем по 25-400 яиц кучками по 5-40, обычно по 10-15 штук на нижней стороне листьев. Эмбрион развивается от 3 до 14 дней. Оптимальные условия развития создаются при влажности воздуха 95-100%. Минимальная влажность, при которой возможно развитие вредителя – 70%. Температурные границы развития 18-30°С. Длительность развития гусениц варьирует в зависимости от климата и погодных условий от 14 дней до 2 месяцев. Температурный оптимум +23-28°С. Оптимальная относительная влажность – 80%. Осенью гусеницы пятого возраста сосредотачиваются в нижней части стеблей и остаются зимовать. Весной они мигрируют из сухих стеблей в более влажные части растений. Весеннее окукливание наблюдается при переходе среднесуточной температуры через +15°С. Для нормального окукливания весной требуются осадки или высокая влажность воздуха и температура выше +16°С. Куколка развивается в течение 10-25 дней, а при неблагоприятных условиях – до 50 дней. Наиболее благоприятны для развития вида территории со средней температурой июля-августа выше 20°С и количеством осадков 200-300 мм. На юге лесной зоны и в северных районах степей годичное развитие протекает только в одном поколении. В степной зоне развивается частичное (факуль-

тативное) второе поколение. В западной части предгорий Северного Кавказа развивается два полных поколения.

3.20. Мотылек луговой

Margaritia sticticalis L.

Ареал. *Мотылек луговой* распространен в европейской части России на север до 60° широты, на Северном Кавказе, в Южной Сибири, на Камчатке, Дальнем Востоке, в Балтии, Беларуси, Украине, Молдове, Закавказье, Казахстане. Ареал вредителя охватывает Среднюю Азию, Европу (кроме севера Фенноскандии), Малую Азию, Иран, Монголию, Северный Китай, Корею, Японию, Северную Америку.

Биология. Вылет бабочек первого поколения в южной части ареала наблюдается с конца апреля, в северной части – в июне. При недостатке влаги наблюдается бесплодие самок и самцов и снижение численности вида. Одновременно засуха может служить причиной миграции бабочек следующего поколения. Продолжительность жизни имаго колеблется от двух до шести недель. При достаточном дополнительном питании, относительной влажности воздуха 55-60% и температуре от 17 до 30°С созревание самок происходит за 4-6 дней. После этого происходит спаривание с самцами и откладка яиц. Максимальная плодовитость самки 800 яиц, средняя – 120-320 яиц. Кладка яиц происходит в течение 5-15 суток. Максимальная плодовитость самок наступает при условии питания гусениц на предпочитаемых кормовых растениях, и температуре окружающего воздуха +22-25°С, относительной влажности воздуха 80-100%, длине светового дня не менее 14 часов. Эмбриональное развитие длится от 2 до 15 суток. Оптимальная температура развития +28°С. При температуре выше +30°С и относительной влажности менее 40%, больше половины яиц лугового мотылька гибнет от недостатка влаги. Продолжительность питания гусениц зависит от температуры и варьирует от 7 до 30 дней. Оптимально 10 дней при +27°С. По окончании питания гусеницы летних поколений зарываются в землю, где образуют коконы и окукливаются. Гусеницы лугового мотылька чувствительны к продолжительности светлого времени суток. В условиях оптимальных температур и продолжительности дня 16 часов и более развитие их идет непрерывно. При температуре ниже + 8°С и световом дне менее 14 часов развитие гусениц прекращается и наблюдается диапауза. В этом состоянии гусеницы уходят на зимовку. Зиму переживают гусеницы последних поколений, успевшие образовать кокон. Холодостойкость диапаузирующих гусениц до –21°С. Активные гусеницы переживают температуру –5°С. Окукливание проходит в вертикально расположенном коконе, в верхнем почвенном слое. Стадия куколки может продолжаться от 10 дней до 4 недель. Имаго первого поколения вылетают весной при температуре воздуха +15-17°С. В зависимости от климатических условий лет может продолжаться 1-2 месяца. В Закавказье и Средней Азии развивается четыре поколения за год, в южных степях – три. На остальной части степной зоны, иногда на юге лесной – два. На севере ареала развивается одно поколение. Благоприятные условия развития лугового мотылька приводят к вспышке массового размножения и резкому увеличению вредоносности вида.

3.21. Черепашка вредная

Eurygaster integriceps Put.

Ареал. Клоп *Вредная черепашка* распространена в степной зоне Европы. Северная граница совпадает с Воронежской и Самарской областями России и Харьковской областью Украины. Ареал вредителя охватывает Среднюю Азию, Иран, Турцию, Ирак.

Биология. Неблагоприятные зимние условия переживают особи в стадии имаго. Во время зимовки часть клопов гибнет. При снежной, умеренно прохладной зиме и достаточных жировых накоплениях гибель клопов составляет 5-15%. Отсутствие снежного покрова и резкие колебания температур в сочетании с ослабленным физиологическим состоянием приводят к смертности на уровне 80-90%. В зависимости от температурных условий выход клопов и перелет на зерновые может растянуться до конца мая. Через 5-12 дней проходит спаривание, и самки приступают к откладке яиц. Этот процесс продолжается до конца июня – начала июля. По окончании самки отмирают. Плодовитость варьирует от 50 до 400 штук. Развитие эмбриона занимает в среднем от 6 до 12 дней. В прохладную погоду – до 20. Продолжительность развития личинки от 20 до 60 дней. В своем развитии личинка проходит через 5 возрастов. В первом и втором возрастах рост и развитие личинок сильно зависят от погодных условий. Понижение температуры и влажности, обильные осадки вызывают массовую гибель личинок вредной черепашки. К питанию личинки приступают со второго возраста. Цикл развития и превращение личинки пятого возраста в имаго и окрыление завершается только при питании вредителя зерном. Перелет и питание клопа вредной черепашки наблюдается до начала октября. Клопы, накопившие достаточно жирового запаса для зимовки, уже в первые дни после миграции укрываются под подстилкой и остаются там до весны. Этот процесс наблюдается с июля месяца. Генерация вредителя развивается в течение года.

3.22. Жужелица хлебная малая
Zabrus tenebrioides Geoze

Ареал. *Хлебная жужелица* распространена в средней и южной полосе европейской части России, на юге Западной Сибири, в Средней Азии. Ареал вредителя охватывает Среднюю Европу, Западное и Восточное Средиземноморье.

Биология. Выход жуков наблюдается с середины мая до конца июня в зависимости от климата и места обитания. Имагинальное питание длится до конца июня в степи, и до конца июля в лесостепи. По окончании питания жуки зарываются в почву на глубину 25-40 см и впадают в состояние диапаузы, в котором находятся до конца августа – начала сентября. Откладка яиц начинается с середины июля, и длится до конца сентября (Одесская область). Плодовитость 50-70, максимально 170-270. После откладки яиц основная масса жуков отмирает. Длительность развития эмбриона зависит от температуры почвы. При +23-25°C длится 10-12 суток, при +18-20°C – 13-15 суток, и при +12-14°C – 20-25 суток. Личинка проходит три возраста. Массовое отрождение личинок наблюдается с начала сентября до начала октября в зависимости от климата района обитания. Личинки питаются всходами озимых, причем питание может продолжаться и под снежным покровом. Личинки разного возраста зимуют. После перезимовки, при температуре +9-10°C, они возобновляют питание на посевах озимых культур до окукливания. Фаза личинки продолжается около 250-260 дней. Закончив развитие, личинка уходит в почву на глубину 15-18 см, делает земляную колыбельку и окукливается. Фаза куколки длится 12-14 дней. Молодые жуки выходят на поверхность земли с середины мая до конца июня, питаются на дикорастущих злаковых и созревающих озимых. Иногда зимуют жуки, однако, большинство из них заражено паразитами. Перезимовавшие здоровые жуки приступают к размножению только после диапаузы в следующую осень. Хлебная жужелица – типичный представитель фауны южной степной зоны с четко выраженной приспособляемостью к засушливому и жаркому климату степи. Предпочитает районы, где температура почвы на глубине 20 см в течение года не опускается ниже –3°C. Величина оптимальной влажности почвы для успешного развития вида зависит от

типа почвы. На темно-каштановом суглинке этот параметр должен быть не ниже 13% к абсолютному сухому весу почвы или 50% к предельной полевой влагоёмкости. Цикл развития в различных районах местообитания может меняться.

3.23. Муха гессенская
Mayetiola destructor Say.

Ареал. *Гессенская муха* распространена по всей европейской части России, кроме Крайнего Севера. Ареал вида включает в себя Северный Кавказ, Закавказье, Сибирь, Среднюю Азию, Евразию, Северную Африку, Северную Америку и Новую Зеландию.

Биология. Весной вылет мух начинается при прогревании воздуха до +10-12°С. При +14°С мухи более активны, спариваются и откладывают яйца, но личинки, отродившиеся при такой температуре, не жизнеспособны. Недостаток тепла в период лета мух весной и осенью является одной из основных причин резкого сокращения численности вида. Лёт мух первого, жизнеспособного, весеннего поколения совпадает с периодом выхода озимых в трубку. Мухи появляются с развитыми половыми продуктами. Летают мушки плохо и распространяются с потоками воздуха. Самка живет 5-7 дней. Спаривание и откладка яиц проходят почти сразу после вылета, предпочтительно на пшеницу. Максимальная плодовитость до 500 яиц, в среднем 180. Эмбриональное развитие при температуре +16-24°С длится 2-3 дня. Максимально – 10-12 дней при +10°С. Длительность развития личинки зависит от температуры и влажности окружающего воздуха. По разным источникам она может развиваться от 4 до 30 дней. Личинки летних поколений способны впадать в диапаузу, она особенно выражена у личинок первого поколения. Теплая, поздняя осень благоприятно влияет на окончание развития личинок. Большая часть личинок заканчивает питание и образует ложнококоны, в которых и зимует. Эта группа личинок устойчива к низким зимним температурам. При ранних осенних похолоданиях личинки не успевают окончить питание, и на зиму остаются за влагалищем листьев, не образуя пупария (ложнококона). Холодостойкость этих личинок низкая и зимой они чаще всего гибнут. Личинка превращается в куколку в местах питания. Развитие куколки летнего поколения продолжается около 14 дней. Вылет мух второго поколения совпадает с фазой колошения – налива зерна. Нормальное развитие вида наблюдается при температуре от +16-24°С. При более высокой температуре отложенные яйца и отродившиеся личинки гибнут. Замедление развития и гибель вредителя под влиянием высокой температуры особенно резко проявляется при пониженной влажности воздуха и ветреной погоде. В течение вегетационного периода развивается 2-5 поколений. На юге России – 4 поколения.

3.24. Муха шведская овсяная
Oscinella frit L.

Ареал. *Овсяная шведская муха* распространена по всей Европейской части России, в Казахстане, горах Средней Азии, в Сибири, Западной Европе, в Северной Америке.

Биология. Мухи первого поколения вылетают с апреля по май, точное время зависит от широты местности. Склонны к миграциям. Копуляция наблюдается сразу после вылета. Созревание яиц в теле самки происходит за счет расхода жирового тела. Откладка яиц происходит на 3-5 день после вылета самки. Плодовитость – 30-60 штук. При наличии достаточной кормовой базы копуляция и откладка яиц повторяются. Может быть до 4 циклов, наиболее часто 1-2. Яйцо развивается в среднем 5-10 дней. При +22°С – 10 дней, а при +14°С 35-38 дней. Продолжительность развития личинок летних генераций 20-28 дней. За это время личинка проходит через три воз-

раста. Зимуют личинки последнего возраста в пупариях внутри стеблей злаков. Куколка развивается 11-25 дней. Вылет мух второго поколения совпадает с фазой колошения или цветения колосовых культур. Развивается второе поколение на посевах ярового ячменя и овса. Третье, а иногда и четвертое – на падалице колосовых, всходах озимых и злаковых трав. За сезон может развиваться от одного до пяти нечетко разделенных поколений. В районах, где муха наиболее вредоносна обычно наблюдается развитие двух-трех поколений. Одно поколение развивается 22-46 дней.

3.25. Кузька, или жук хлебный
Anisoplia austriaca Hrbs.

Ареал. Жук *Кузька хлебный* распространен на юге Восточной Европы. Северная граница проходит через Хмельницкую, Житомирскую, Черниговскую, Курскую. Воронежскую, Тамбовскую, Пензенскую и Саратовскую области. На востоке ареал вредителя доходит до Волги, местами переходя на ее левый берег. Кроме того, ареал вида охватывает весь Кавказ и Переднюю Азию.

Биология. Лёт жуков начинается обычно в начале июня и заканчивается в первой декаде августа. В некоторые годы лет может начинаться (заканчиваться) на 2 недели раньше (позже). В разных климатических зонах эти сроки различаются незначительно. В зависимости от погодных условий лет продолжается от месяца до двух. Наибольшая интенсивность лёта жуков наблюдается через две недели после начала. Одновременно самки приступают к откладке яиц. Каждая самка за 2–3 приема откладывает небольшими кучками по 30-40 яичек и, не выходя из почвы, умирает. Средняя плодовитость самки 50 яиц, максимальная – 100. Эмбрион развивается в течение трех недель. Только что отродившиеся личинки отличаются от взрослых только величиной тела и размером головной капсулы. Зимует дважды, и на 22-й месяц жизни превращается в куколку. Куколка находится в особой ячейке, в почве на глубине 10-15 см. Срок развития 2-3 недели. Молодые жуки выходят из почвы в июне – августе месяце.

3.26. Совка зерновая обыкновенная
Apamea sordens Hfn.

Ареал. *Обыкновенная зерновая совка* распространена по всей европейской части России, кроме севера. Ареал вредителя охватывает Кавказ, степную и лесостепную зоны Сибири и Казахстана, Среднюю Азию, Алтай, Дальний Восток. Кроме того, вид обычен для Западной Европы, Северной Монголии, Западного Китая, Японии, Северной Америки.

Биология. Вылет бабочек начинается в конце первой – начале второй декады июня. Продолжительность жизни взрослой бабочки 13-15 дней. Самки откладывают яйца по одному в основания колосьев, на колосовые чешуйки или на нижнюю сторону листьев. Плодовитость до 400 яиц. Сочетание температуры воздуха +24-25°С и влажности 70-85% способствует повышению плодовитости самок. Эмбриональное развитие длится от 7 до 14 дней. Отродившаяся гусеница сразу внедряется в зерно и выедает его изнутри. Зимуют гусеницы старших возрастов в почве на глубине 5–10 см на полях зерновых культур, в местах питания. Весной при температуре +3-9°С гусеницы выходят из мест зимовки, питаются всходами сорных и культурных злаков 7-19 дней, а затем уходят в почву для окукливания. Куколка формируется в земляном коконе в верхних слоях почвы на глубине 2-6 см. Иногда до 80% гусениц могут окукливаться, не питаясь весной. Развивается куколка около 25 суток. Имаго нового поколения появляются одновременно с колошением и наливом зерен кормовых растений. За год развивается одно поколение. Зарегистрированы вспышки массового размножения.

3.27. Совка зерновая серая

Apamea anceps Schiff.

Ареал. *Совка зерновая серая* распространена в средней и южной полосах европейской части России. Ареал вредителя охватывает Южную Сибирь, Балтию, Беларусь, Украину, Молдову, Закавказье, Казахстан, Западную Европу, Малую Азию, Иран, Монголию.

Биология. Бабочки вылетают в мае – июне. Продолжительность жизни 13-15 дней. Спустя 4-7 дней после вылета самки приступают к откладке яиц на колосья злаков за колосовые чешуи, на завязь. В одной кладке 10-25 штук, реже до 67. Средняя плодовитость самки 160-950 яиц, максимальная – 2000-2500. Температура воздуха +24-25°С, в сочетании с влажностью 70-85%, значительно повышает плодовитость самок. Эмбрион развивается 7-14 дней. Отродившиеся гусеницы питаются внутри завязи, а затем внутри формирующегося зерна поодиночке или небольшими группами. К IV возрасту переходят на открытое питание на поверхности созревающего зерна. В конце апреля при среднесуточной температуре воздуха +3-9°С гусеницы массово выходят из мест зимовки и питаются всходами сорных и культурных злаков 7–19 дней. Окукливание проходит в земляном коконе или в почве на глубине 2-6 см. Иногда до 80% гусениц могут окукливаться, не питаясь весной. Развивается куколка около 25 суток. Новое поколение бабочек вылетает в мае – июне. За год развивается одно поколение. В некоторые годы отмечаются вспышки массового размножения.

3.28. Совка яровая

Amphiposa fuscosa Frr.

Ареал. Распространена в Европейской части России, в Сибири, на Дальнем Востоке, в районах Среднего Поволжья.

Биология. Лёт бабочек наблюдается с середины июля до конца сентября. Самки откладывают яйца (до 500 штук) группами по 30-40 штук. Зимуют яйца на стерне яровых культур, всходах падалицы и злаковых сорняках. Весной отродившиеся гусеницы внедряются в побеги, выедая в них ходы, с IV-го возраста переходят в верхний слой почвы, где подгрызают стебли и окукливаются в конце июня. В течение года развивается 1 поколение.

3.29. Совка стеблевая южная

Oria musculosa Hb.

Ареал. Распространена в степной зоне России.

Биология. Лёт бабочек в июне — июле. Самки откладывают яйца в одну — два ряда во влагалище листа и на нижнюю часть стеблей зерновых злаков, на лестницу падалицы, стерню и дикорастущие злаки. В одной кладке может быть от 8 до 130 яиц. Плодовитость самки составляет 100 — 350 яиц. Зимовка сформированной гусеницы проходит внутри яйцевой оболочки. Гусеницы отрождаются в апреле — начале мая, иногда в конце марта при среднесуточной температуре воздуха +6-8°С. Продолжительность жизни гусеницы — около 50 суток. В начале молочной спелости хлебов окукливаются в почве на глубине 5-10 см. Стадия куколки — 24 суток. В течение года развивается одно поколение.

3.30. Совка травяная

Cerapteryx graminis L.

Ареал. В России распространена в Северном, Северо-Западном, Восточно-Сибирском, частично Центральном регионах.

Биология. Массовый лёт приходится на первую декаду августа. Самка откладывает в среднем 150-200 яиц, максимально — 600. Зимуют яйца у корневой шейки растений, во влагалище листьев, под мхом, в земле. Могут перезимовывать гусеницы младших возрастов. Весной, в начале мая, гусеницы начинают питаться луговыми травами. Окукливание гусениц происходит в середине июня и продолжается около 18 дней. В год развивается одно поколение.

3.31. Пьявица красногрудая

Oulema melanopus L.

Ареал. *Пьявица красногрудая* распространена в европейской части России, на Кавказе, в Средней Азии, в Сибири, в Приморье. Ареал вредителя охватывает Западную Европу, Малую Азию, Монголию и Северную Африку.

Биология. Весеннее пробуждение имаго наблюдается в конце апреля – начале мая. Период откладки яиц продолжается более месяца. В течение этого времени самки откладывают от 120 до 300 яиц. Эмбрион развивается 13–14 дней. Личинка развивается 2–3 недели. За это время проходит четыре возраста. Куколка развивается около двух недель. Отродившись, немногие молодые жуки выходят на поверхность почвы и питаются на кормовых растениях. Основная часть имаго остается в почве зимовать до весны следующего года. В течение года развивается одна генерация.

3.32. Пилильщик хлебный обыкновенный

Cephus pygmaeus L.

Ареал. *Хлебный пилильщик* распространен в европейской части России до Ленинградской и Ярославской области на севере. Ареал вредителя охватывает Кавказ, Сибирь, Среднюю Азию, Западную Европу, Северную Африку, Ближний Восток, Аравию, Северный Иран, полуостров Индостан, Юго-Восточную Азию; завезен в Канаду и США.

Биология. Жуки появляются во второй половине мая – июне. Продолжительность жизни 15-25 дней. Плодовитость самки от 35 до 50 яиц. Эмбрион развивается 5-10 дней. Зимует личинка последнего возраста (зоонимфа). Окукливается она весной, в конце апреля – в мае. Стадия куколки длится 8-20 дней. Период выхода молодых насекомых приходится на конец апреля – май и длится 10-20 дней.

3.33. Зеленоглазка

Chlorops pumilionis Bjerk.

Ареал. *Зеленоглазка* распространена в Российской Федерации на северо-западе и юге европейской части, на Кавказе и в Западной Сибири. За рубежом ареал вредителя охватывает Западную Европу.

Биология. Вылет мух первого поколения наблюдается в конце мая – июне. Имаго первого поколения вылетают со зрелыми яйцами в яичниках. Длительность жизни имаго – 15-20 дней. Первое поколение мух откладывает яйца на злаки перед колошением, на верхнюю и нижнюю сторону листьев по одному, реже по два. Имаго второго поколения откладывают яйца на ози-

мые зерновые и пырей. Плодовитость до 150 яиц. Эмбрион развивается 11–13 дней. Длительность развития личинки – 21-42 дня. Личинки первого и второго поколения окукливаются в стеблях. Длительность развития куколки 15-35 дней. Мухи второго (летнего поколения) вылетают в июле. Лёт их продолжается до сентября – октября месяца. Это поколение длительное время находится в состоянии имагинальной диапаузы. Самки второго поколения вылетают из пупария с незрелыми яичниками. Имагинальная диапауза длиться до конца августа – сентября, она вызвана высокими температурами, до +25-26°С, в период развития пупариев. За вегетационный период развивается обычно два поколения, в южной Европе (Италия) – три поколения.

3.34. Опомиза пшеничная
Opomysa florum L.

Ареал. В России муха широко распространена в европейской части, на северо-запад до Ленинградской области, на северо-восток – до Пермской области, на восток – до Башкирии, на юго-восток – до Ставропольского края и республик Северного Кавказа. Эколого-биологические характеристики вида допускают его обитание в отдельных районах Закавказья, Южной Сибири (до Красноярска) и Казахстана (до Алматы), однако специальных обследований для его выявления в этих регионах не проводилось.

Биология. Дает одно поколение. Вылет имаго весной наступает в зависимости от агроклиматической зоны в конце мая-июне. Всё лето самки питаются на диких злаках, а также на бобовых и злаковых травах. В сентябре-октябре имаго мигрируют на посевы озимой пшеницы. Здесь происходит спаривание и откладка яиц в почву около растения на глубину до 3 см. Факторами, ограничивающими распространение мухи, являются температура воздуха выше +22°С и количество осадков ниже 90 мм. Оптимальная относительная влажность воздуха для развития пупариев находится в пределах 60-100%.

3.35. Тля гороховая
Acyrthosiphon pisum Harris.

Ареал. *Гороховая тля* распространена всесветно. Космополит. В России встречается повсеместно, вплоть до 67° северной широты.

Биология. Яйца зимуют на люцерне, вике, чине, клевере. На горохе зимующие яйца не обнаружены. Основательница появляется весной, в течение жизни отрождает в среднем 150 личинок. Бескрылые девственницы способны к отрождению приблизительно 150 личинок. Крылатые девственницы массово появляются во втором-третьем поколении и способствуют быстрому расселению вредителя. Отрождают до 150 личинок. За сезон крылатых и бескрылых девственниц насчитывается до 10 поколений. Амфигонное поколение (нормальные самцы и нормальные самки) появляется в зависимости от климатических условий в конце августа, сентябре или октябре. После оплодотворения каждая самка откладывает до 10 яиц на люцерну, вику, чину или клевер. Жизненный цикл однодомный. Различают несколько биотипов вида, отдающих предпочтение растениям различных родов. На горохе специализирован экотип *Acyrthosiphon pisum destructor*, для которого характерно наличие особей зеленой окраски, крылатых полоноск и самцов. Также данный биотип может иметь как полноцикличные, так и неполноцикличные клоны. *Acyrthosiphon pisum destructor* не живет на люцерне, клевере и некоторых других мотыльковых, но нормально развивается на бобах и вике. На люцерне, клевере, стальнике и других мотыльковых развиваются специализированные формы гороховой тли. Для них характерно наличие бескрылых полоноск и самцов. Каждая из данных форм распадается на зеле-

ную и красную формы, отличающихся друг от друга по многим экологическим факторам: отношению к химическому составу пищи, скученности, влажности воздуха, способности образовывать крылатые формы, продолжительности жизни, плодовитости и многим другим факторам. Иногда красные формы встречаются и на горохе.

3.36. Блошки свекловичные

Chaetocnema sp.

Ареал. *Свекловичные блошки* широко распространены в зоне выращивания различных сортов свеклы. Ареал таксона охватывает юг европейской части России, Кавказ, Казахстан, Среднюю Азию, Западную Сибирь, Восточная Сибирь (кроме тундры и тайги), Западную Европу, Корею и Японию.

Биология. Жуки выходят на поверхность ранней весной, при температуре +8-9°С. Самка откладывает до 40-50 яиц обычно в почву рядом с кормовым растением. Развитие яйца продолжается 8-14 дней, личинки – 24-36 дней, куколки – 8-14 дней. На большей части ареала вредитель дает одно поколение, в южных регионах – два.

3.37. Щитоноска свекловичная

Cassida nebulosa L.

Ареал. Приблизительно достигает 64-68° северной широты. Встретить щитоноску свекловичную можно везде в Европе, где сеют свёклу, а именно: в Дании, Великобритании, Германии, Швейцарии, Польше, Чехии, Словакии, Австрии, Франции, Испании, Италии, Венгрии, Румынии, Хорватии, Сербии, Черногории, Болгарии, Албании, Греции, Литве, Беларуси, Украине и Молдове, а также на отдельных территориях в Северной Америке, Японии и на северо-востоке Китая. На территории бывшего СССР этот вид населяет все зоны, начиная от таёжных лесов и до лугово-степного пояса среднегорий Тянь-Шаня, кроме пустынь и высокогорий.

Биология. За лето развивается два поколения. Первое поколение обычно укладывается в 30-35 дней. Жуки второго поколения, появляясь в августе, остаются на зимовку, яиц не откладывают. Зиму проводят под растительными остатками и опавшей листвой в изреженных лесах и лесополосах, в зарослях сорных растений и т.п. Самки откладывают яйца на листья лебеды и свёклы, яйца заливают мутно-белой слизью; в одной кладке расположено от 2 до 16 яиц. Кладка яиц обычно происходит в середине мая и продолжается 10-40 дней. За это время самка откладывает до 200 яиц. Спустя 5-7 дней из яиц появляются личинки. Окукливание происходит через 12-25 дней после вылупления. Куколки развиваются 5-8 дней. Молодые имаго появляются в июле, причем жуки через 10-15 дней начинают размножаться.

3.38. Щитоноска зеленая

Cassida viridis L.

Ареал. Встречается в палеарктическом регионе, включая Японию. Распространена повсеместно, однако наиболее вредоносна в Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Поволжском регионах.

Биология. Зимуют жуки на плантациях мяты под листьями, комочками почвы и в других укрытиях. В период отрастания листьев из мест зимовок выходят жуки и заселяют растения. После спаривания самки откладывают яйца на нижнюю сторону листьев. Отродившиеся личинки односторонне скелетируют листья. Личинки старших возрастов прогрызают их насквозь и часто полностью уничтожают листья, оставляя лишь черешки. Личинки питаются около 2 недель и

после этого окукливаются. Куколка развивается 7-12 дней. Жуки нового поколения приступают к питанию и после спаривания откладывают яйца. В зависимости от экологических условий развиваются два-три поколения. Наиболее вредоносно первое поколение.

3.39. Долгоносик свекловичный обыкновенный *Asproparthenis punctiventris Germ.*

Ареал. Охватывает территорию от Средней Европы до Байкала. В пределах ареала выделяют четыре подвида: *Bothynoderes (Asproparthenis, Cleonus) punctiventris punctiventris* распространен в Украине, Молдове, в Курской, Белгородской, Воронежской, Ростовской областях, Краснодарском крае. *Bothynoderes (Cleonus) punctiventris nubeculosus* (южный подвид) широко распространен в низменных частях Азербайджана, в Армении и Восточном Предкавказье. *Bothynoderes (Cleonus) punctiventris farinosus* (юго-восточный подвид) встречается к востоку от нижнего течения Волги, в основном в пределах Казахстана, отчасти в Киргизии, Туркмении, Узбекистане, а также в Северо-Западном Китае. *Bothynoderes (Cleonus) punctiventris carinifer* распространен в Средней Азии, вдоль нижнего течения Сырдарьи и Амударьи, и приурочен к солончаковым и солонцовым участкам и осолоделым черноземам легкого типа.

Биология. Этот вид даёт одно поколение в год. Активные жуки появляются весной, когда почва прогреется до +7-10°С. Некоторое их количество остаётся в почве в состоянии диапаузы 1-2 года. Когда температура почвы достигнет +25°С, насекомые расселяются воздухом или по земле. После периода весеннего питания жуки спариваются (обычно в третьей декаде апреля — мае), затем самки откладывают яйца (примерно до середины июня). Плодовитость зависит от погоды, возраста самки и других факторов и составляет от 20-30 до 200-300 яиц, а в лабораторных условиях — ещё больше. Откладывание яиц продолжается до начала июля, после чего жуки погибают. Развитие зародыша длится 5-12 суток. Обычно уже во второй половине мая можно найти первых личинок. Личинка развивается около 65 дней и за это время четыре раза линяет. В начале июля личинки готовятся к окукливанию: строят овальную вертикальную камеру с гладкими плотными стенками. После короткой (5-6 дней) стадии предкуколки образуется сама куколка. Срок её существования 10-30 дней, в зависимости от погоды, условий грунта и тому подобное. Первые молодые жуки нового поколения появляются в конце июля — начале августа. Процесс выхода жуков растягивается вплоть до первых холодов. Большинство этих насекомых остается зимовать в почве. Некоторые в тёплую погоду выходят на поверхность в конце августа — сентябре, а затем снова закапываются. Следовательно, полный цикл развития от яйца до имаго нового поколения длится в среднем 85 (65-148) суток. От 5 до 15% популяции, иногда больше, весной на поверхность почвы не выходит, а остается в глубоких слоях в состоянии диапаузы на вторую и частично третью зимовку. Вспышки массового размножения происходят вследствие стечения благоприятных для насекомые обстоятельств. И наоборот, численность жука резко понижается, когда совпадают неблагоприятные для него факторы. Например, в 1933 году в основной зоне свеклосеяния Украины весной—летом температуры держались ниже обычных, а количество осадков превышало средние показатели. Поэтому осенью численность взрослых жуков в почве составляла лишь 3-13 % от всех стадий развития. Это свидетельствовало о том, что яйца, личинки и куколки в течение сезона массово гибли. Весной следующего года на полях можно было встретить лишь единичных долгоносиков.

3.40. Моль капустная

Plutella maculipennis Curt.

Ареал. *Капустная моль* – космополит. Распространена по всему свету.

Биология. В Карелии и Хибинах (Мурманская область) лёт продолжается с середины июня до середины июля, в средней полосе европейской части России – в конце апреля, в Крыму, на Кавказе, в Закавказье и в Туркмении – с начала апреля и до глубокой осени, в Прибайкалье – с начала мая по начало августа. Продолжительность жизни самцов – до 20 суток, самок – до 30 суток. Копуляция проходит на цветках крестоцветных с перерывами, до шести раз. Самцы могут спариваться до 30 раз. Откладка яиц начинается на следующие сутки после спаривания и продолжается 10-12 дней. Яйца откладывают по одному, иногда по 2-5 на нижнюю сторону листа, возле основных жилок или на черешок кормового растения. Плодовитость – 80-90, реже 150-170, максимум до 300 штук. Эмбриональное развитие длится 4-7 дней. Минимальный температурный порог составляет +8°С. Личинка (гусеница), отродившись, прокладывает с нижней стороны листа, вдоль основных жилок, светлую удлиненно-овальную мину. В ней она живет 3-5 дней. Затем гусеницы выходят из мин и живут на поверхности листьев под шелковистым пологом. Здесь проходит первая линька. Всего наблюдается 3-4 линьки продолжительностью по 2-3 дня. Нижний температурный порог развития гусениц составляет +5,4°С.Через 16-25 дней после отрождения гусеница заканчивает питание. На нижней стороне листа, вдоль жилки кормового растения гусеница плетет площадку – основание и строит на ней рыхлый веретеновидный кокон. В коконе через 2-3 (5) суток гусеница превращается в куколку. Продолжительность развития куколочной стадии в среднем составляет 7-15 дней. Куколка способна переживать очень низкие температуры. Нижний температурный порог развития +9°С. В северной части ареала капустная моль зимует на стадии куколки. Имаго выходит из куколки весной следующего года либо в течение вегетационного периода текущего года. К питанию и размножению моль приступает почти сразу же после отрождения. Количество поколений зависит от района местообитания. Так, в Мурманской области моль дает только одно поколение, в Прибалтике – 2–3, в Приморье – 3, на Украине – до четырех, в Закавказье – 6, в Туркмении – до 10. Сроки развития различных поколений частично перекрываются, и одновременно можно наблюдать все фазы развития моли. Сумма эффективных температур для полного цикла развития составляет 390–416°С. При благоприятных условиях цикл развития длится 35-40 дней.

3.41. Белянка капустная

Pieris brassicae L.

Ареал. *Капустная белянка* распространена по всей европейской части России, кроме крайнего юго-востока. Ареал вредителя охватывает Южную Сибирь до Иркутска, локально располагается в Приморском крае и на юге Хабаровского края. За пределами России вид встречается в Балтии, Белоруссии, Украине, Молдове, на Кавказе и в Закавказье, в горных районах Казахстана и Средней Азии, в Западной Европе, Северной Африке, Малой Азии, в горах Центральной Азии.

Биология. Лёт бабочек начинается ранней весной (в апреле). Яйца для откладки созревают на 5-7 день после выхода самки из куколки. Самки откладывают их на нижнюю сторону листьев кучками по 200 штук. Плодовитость – до 300 яиц. Эмбрион развивается в течение 3-16 дней. Личинка развивается от 13 до 38 дней, четыре раза линяет и проходит пять возрастов. В начале развития (в первом и втором возрасте) гусеницы держатся вместе и питаются, соскабливая мякоть с нижней стороны листа. С третьего возраста гусеницы начинают расползаться и дальше

живут поодиночке. Продолжительность развития гусениц зависит от погодных условий. Интервал между линьками составляет 3-7 дней. От последней линьки до окукливания проходит 5-7 дней. Стадия куколки летних поколений длится 9-30 дней. Зимуют куколки на подстилке из шелковинок, прикрепленной к субстрату с помощью шелкового пояска. При неблагоприятных погодных условиях гусеницы летних поколений могут давать диапаузирующих куколок, заканчивающих свое развитие после зимовки. Бабочки летних поколений встречаются с мая по август. Оптимальная температура для развития вредителя – +20-26°С. Более высокие температуры неблагоприятны для развития капустницы. Полный цикл развития завершается за 26-73 дня. Количество поколений зависит от климата мест обитания. За вегетационный период может развиваться от двух до пяти генераций.

3.42. Пилильщик рапсовый

Athalia rosae L.

Ареал. *Рапсовый пилильщик* широко распространён в Центральной Европе и Сибири.

Биология. Зимует ложногусеница в почве внутри кокона на глубине до 15 см. В апреле окукливается. Стадия куколки длится до 15 дней. Лёт взрослых особей первого поколения отмечается в мае — начале июня. Самки и самцы дополнительно питаются на культурных и диких растениях, преимущественно из семейств *Крестоцветные* и *Зонтичные*. Самка при помощи яйцеклада делает надрезы в листовой мякоти растений и откладывает в эти отверстия под эпидермис по одному яйцу. Яйцекладка продолжается до 30 дней, в течение которых самка откладывает до 300 яиц. В местах откладки яиц наблюдаются легкие вздутия. Самка живет около трех недель. Ложногусеницы живут до 20 дней. За это время 4-5 раз линяют, то есть проходит до 6 возрастов. Взрослая ложногусеница проникает в почву, где происходит окукливание. Личинки второго поколения появляются в июле — августе.

3.43. Долгоносик вишневый

Rhynchites auratus Scop.

Ареал. Достаточно обширен и совпадает с распространением кормовых растений: различных видов вишни, черешни, сливы, абрикоса, боярышника и алычи. Он охватывает среднюю и южную часть Европы, Западное и Восточное Средиземноморье, Среднюю Азию.

Биология. Имаго начинают выходить после зимовки одновременно с набуханием почек. Массовый вылет совпадает с цветением косточковых плодовых пород. Взрослое насекомое можно встретить и в июле. Период спаривания приходится на первую-вторую декаду мая. Спустя неделю самки начинают откладывать яйца. Этот процесс длится до начала июля, а его окончание совпадает с затвердением косточек плодов кормовых пород. Эмбрион развивается в течение 10–14 дней. Личинка выходит из яйца и проникает вглубь косточки, где 25-30 дней питается ядрышком. Окончание питания совпадает с фенологической фазой созревания плодов. Окукливание происходит в разное время. Часть популяции проходит эту стадию осенью первого года, другая – осенью второго года. Имаго следующего поколения из почвы до весны не выходят.

3.44. Боярышница

Aporia cratalgi L.

Ареал. *Боярышница* имеет широкое распространение. Ареал обитания – умеренная Евразия, кроме арктических тундр и севера Дальнего Востока. В России: по всей Европейской части, на Дальнем Востоке (кроме северных районов) и в Сибири.

Биология. Бабочки, появляются в мае-июне, лёт длится 1 месяц. Боярышницы откладывают яйца кучками, чаще на нижнюю сторону листьев кормовых растений. Развитие происходит в течение 10-20 дней. Молодые гусеницы держатся вместе, после двукратной линьки зимуют. Гусеницы второго-третьего возраста зимуют в кроне деревьев своеобразных гнездах, сплетенных из нескольких сухих листьев при помощи паутины. Такое гнездо – место зимовки более 40 гусениц, каждая из них находится в отдельном полушаровидном коконе. Выходят из гнезда и начинают питаться в период распускания почек, выгрызая их полностью. Для выхода гусениц из гнезд достаточно среднесуточной температуры +7-8°С. В дальнейшем они повреждают листья, порой оставляя после себя только сетку жилок. Вначале живут вместе, укрываясь от непогоды в общем гнезде, позже стадный инстинкт ослабевает. Перед окукливанием гусеницы расползаются (уже после 1-2 линек живут одиночно). Через 30-40 дней на ветвях и стволах дерева можно увидеть куколки. Окукливание происходит в конце весны – начале лета, на стволах и ветвях деревьев, служащих источником пищи гусеницам. Через 15-17 дней из куколки выходит бабочка. Дает одно поколение в год.

3.45. Моль яблонная

Iponomeuta malinellus Zell.

Ареал. Распространена в Европе — на Британских островах, в Финляндии, Швеции; в Азии — в Корее, Японии, России, Маньчжурии (Китай), Иране, Пакистане; в Северной Америке — в Британской Колумбии (Канада) и США (штаты Вашингтон и Орегон).

Биология. Появление взрослых насекомых наблюдается через 37–42 дня после цветения яблони, продолжается около полутора месяцев. Период спаривания начинается через две недели после выхода бабочек из куколок. Спустя 5–6 дней самки приступают к откладке яиц. Кладка заканчивается во второй половине июля. Плодовитость самки – от 20 до 100 яиц. Эмбриональный период продолжается 8-15 дней. Личинка (гусеница) выходит из яйца, но остается зимовать под влагонепроницаемым щитком. До зимы она питается яйцевой скорлупой и корой дерева, при наступлении мороза впадет в оцепенение (диапаузу). Выход гусениц из-под щитков наблюдается во второй половине апреля при переходе среднесуточной температуры за пределы +12°С. Период питания гусениц продолжается 35-42 дня, затем они окукливаются в паутинном гнезде. Куколка развивается 7-14 или 15-20 дней. Имаго отрождаются через 37-42 дня после цветения яблони. Лёт растянут и продолжается с конца июля до конца августа.

3.46. Шелкопряд кольчатый

Malacosoma neustria L.

Ареал. *Шелкопряд* (коконопряд) *кольчатый* распространен по всей территории Палеарктики: в Западной и Восточной Европе, кроме Крайнего Севера, на Кавказе, в Сибири, на Дальнем Востоке. Повсеместно встречается в Северном Китае, на Корейском полуострове и в Японии.

Биология. В лесостепной зоне лёт начинается в третьей декаде июня, массовый лёт наблюдается в июле. Самка откладывает до 400 яиц в виде плотного широкого кольца на тонкой веточке. На одном дереве может быть несколько кладок. Эмбриональное развитие продолжается до осени. Гусеница практически полностью формируется до наступления зимы, но зимует в оболочке яйца. Весной, одновременно с распусканием почек, гусеница прогрызает оболочку яйца и приступает к питанию. Появляются гусеницы через 3-7 дней после перехода среднесуточной температуры воздуха через +11°С, приблизительно за 5-17 дней до начала цветения яблони. В оптимальных условиях развитие продолжается 23-40 дней, а при +10°С гусеница развивается до

65 дней. Личинка линяет 4-5 раз, проходя через 5-6 возрастов. Стадия куколки продолжается до 15 дней.

3.47. Плодожорка яблонная

Laspeyresia pomonella L.

Ареал. *Яблонная плодожорка* широко распространена во всех районах плодоводства. Ареал вредителя охватывает Западную и Восточную Европу, кроме Крайнего Севера, Кавказ, Среднюю Азию, Западную, Восточную Сибирь, Дальний Восток, Северную и Южную Африку, Ближний Восток, Австралию, Тасманию, Новую Зеландию, Северную и Южную Америку.

Биология. Лёт бабочек первого поколения начинается одновременно с цветением яблони. Его максимальная плотность наблюдается через 2-3 недели, одновременно с формированием завязей; началу соответствует сумма эффективных температур (выше +10°С) 90-110°, а массовому лёту сумма эффективных температур 150-170°. Лёт бабочек растянут и длится 1,5-2 месяца. Период спаривания первого поколения растянут. Самка откладывает яйца по одному на нижнюю и верхнюю сторону листовой пластинки, кору молодых побегов и ветвей, а также на плоды, предпочитая гладкие поверхности. Плодовитость составляет 60-120, максимум 180 яиц. По другим источникам, максимальная плодовитость может достигать 220 яиц. Развитие эмбриона продолжается 5-11 дней. Отрождение гусениц первого поколения начинается при сумме эффективных температур примерно 230° – обычно через 17-19 дней после окончания периода цветения поздних сортов яблони. При + 27-30°С развитие эмбриона занимает 5-6 дней, при +18-21°С – 9-10 дней. В первом поколении яйцо обычно развивается 9-11 дней, во втором – 5-7 дней. Все вышеуказанные показатели приблизительны. Личинка (гусеница) после отрождения перемещается на плод, оплетает его паутинками и выбирает место для внедрения в максимально уязвимых местах. Длительность всего периода питания колеблется от 22 дней на юге ареала до 45 дней на севере. Зимуют взрослые гусеницы в плотных шелковистых коконах на штамбах в трещинах коры, в хранящейся таре, а также в почве на глубине до 3 см. Весной, одновременно с началом цветения семечковых пород, при температуре +8-9°С гусеницы начинают окукливаться, и ко времени окончания цветения развитие куколки заканчивается. Вылет бабочек начинается через 2-3 недели. Зона развития двух полных поколений характеризуется годовой суммой эффективных температур (выше +10°С) от 1400°. Лёт бабочек второго поколения тоже растянут на 1,5-2 месяца. В районах Полесья и Предкарпатья большая часть гусениц первого поколения уходят в места зимовки, там они в состоянии диапаузы переживают зимний период. 10-15 % популяции окукливаются и развиваются в бабочек второго поколения. В Закарпатье и Лесостепи окукливаются 30-40 % гусениц, а в степной зоне и горных районах Крыма – 50-70 %. Бабочки второго поколения вылетают раньше, чем заканчивает лёт первое поколение. В результате этого можно наблюдать одновременное развитие всех стадий вредителя – от момента отрождения гусениц первого поколения (с конца мая до начала июня) до окончания откладки яиц бабочками второго поколения (конец августа). Количество гусениц в состоянии диапаузы во всех климатических зона резко увеличивается к концу июля. К середине августа окукливание полностью прекращается даже в южных районах, что объясняется уменьшением длины светового дня.

3.48. Пяденица зимняя

Operophthera brumata L.

Ареал. Бабочка широко распространена в северо-западной части России, Молдове, Сибири, Средней Азии, на Кавказе.

Биология. Благоприятная температура для лёта бабочек +5-11°С, легко переносят непродолжительное снижение температуры до –15°С. Перебравшись по стволу в крону дерева, в течение 11-30 дней самка небольшими кучками или одиночно откладывает яйца (от 200 до 350 штук) на концах веток. Яйца зимуют на коре тонких веток, поблизости от почек. Зародыш в яйце начинает развиваться еще в осенний период, продолжает весной. Период воздействия температур ниже 0 обязателен для формирования эмбрионов, без него они не могут закончить свое развитие. Сумма эффективных температур достаточная для завершения развития (выше +6°С) – 79. Развитие яиц происходит при температуре от +2,5 до +26°С осенью и останавливается на фазе формирования зародышевой полосы, которая окружена оболочками. Далее наступает диапауза. Выход личинок возможен после распускания почек деревьев, которыми они питаются. Чаще всего это происходит за две недели до начала цветения. Период питания на деревьях продолжается около месяца. Благоприятная температура для развития в пределах +14-18°С. Если развитие идет при более высоких температурах, в дальнейшем это усиливает отмирание куколок. Закончив питание, гусеницы после цветения яблонь уходят в почву и на глубине 5-13 см устраивают колыбельки, в которых окукливаются. Развитие куколок занимает 3-4 месяца. Иногда бабочка зимует в фазе куколки в почве. Вылет бабочек происходит в сентябре, а в лесостепных районах – даже в октябре.

3.49. Листовертка дубовая зеленая

Tortrix viridana L.

Ареал. *Дубовая зеленая листовертка* распространена в европейской части Российской Федерации в пределах произрастания дуба, в горных лесах Крыма, в дубовых лесах Южного берега Крыма. Ареал вредителя охватывает Европу, Малую Азию, Иран, северо-западный регион Африканского континента.

Биология. Лёт начинается в июне при средней дневной температуре выше +17°С. При снижении до +13°С и вечернего минимума до +4°С лёт прекращается, бабочки прячутся среди листьев дуба. Самки откладывают по 1-3 яйца на утолщения между годичными побегами стержневой ветви, а также на рубчиках и основания черешков листьев. Плодовитость 60 яиц. Яйцо зимует. Личинка (гусеница) появляется в конце апреля – начале мая, одновременно с распусканием почек ранней формы летнего дуба. Гусеница линяет 4 раза, проходит пять возрастов. Развитие длится 20-25 дней. Популяция разновозрастная и присутствует в насаждении в течение 30-45 дней. Массовое окукливание наблюдается в листьях. Куколка развивается 9-12 дней. Вылет бабочек растянут с июня до июля. За год развивается одна генерация.

3.50. Златогузка

Euproctis chrysorrhoea L.

Ареал. Охватывает Западную и Восточную Европу, Малую и Среднюю Азию.

Биология. Лёт бабочек наблюдается в середине июня и продолжается до августа. Период спаривания продолжается с середины июня до августа. Каждая кладка может содержать от 300 и более штук яиц. Эмбриональное развитие продолжается 15–20 дней. Отродившись, гусеницы

питаются, соскабливая мягкие ткани с поверхности листовой пластинки и скелетируя ее. Скелетированные листья гусеницы стягивают с помощью паутинок, устраивая, таким образом, зимние гнезда. Гнезда располагаются на деревьях в наиболее прогреваемых местах (по периферии крон). Гусеницы прекрасно переносят низкие зимние температуры в гнездах, но холодоустойчивость вида в целом зависит от условий питания до наступления зимы. Успешно переживают зиму гусеницы II–III возраста. В одном гнезде может насчитываться от 200 до 2000 особей. Ранней весной, одновременно с распусканием почек на плодовых деревьях, личинки покидают гнезда и питаются, выедая почки и иногда полностью их уничтожая. Питание длится приблизительно месяц. За этот период личинки проходят еще 2-3 линьки. Гусеницы самок проходят шесть возрастов и линяют пять раз, а у самцов, соответственно, пять возрастов и четыре линьки. Окукливаются гусеницы группами или поодиночке на стволах деревьев, в кронах, среди листьев, а при вспышке массового размножения – на траве под деревьями. Куколка развивается за 15-20 дней. Вид характеризуется значительной тепло- и светолюбивостью. Естественными резервациями вредителя являются заросли боярышника и терновника. Отсюда происходит миграция в ближайшие сады и лесные насаждения. Возникновение первичных очагов наблюдается в сухих, хорошо прогреваемых солнцем дубравах, особенно приспособлены для первичного размножения порослевые не сомкнувшиеся молодняки дуба.

3.51. Шелкопряд непарный
Ocneria dispar L.

Ареал. Охватывает: всю Европу, северная граница – по Южной Скандинавии и Южной Финляндии; Северную Африку; Северную Америку от Атлантики до Тихого океана; Азию – Ливан, Израиль, Сирию, Турцию, Иран, Афганистан, Монголию, Китай, Корею, Японию, Тайвань.

Биология. Лёт бабочек *непарного шелкопряда* начинается в июле, иногда немного раньше. Сроки лёта зависят от географического положения и климатических условий текущего вегетационного периода. Вылет самцов происходит на 5-7 дней раньше самок. Бабочки не питаются. После спаривания самки приступают к яйцекладке. Плодовитость – от 100 до 1200 яиц. Развитие эмбриона начинается сразу. В зиму уходит почти сформировавшаяся личинка, но внутри яйца. Яйца отличаются морозостойкостью и способны выдержать температуру до –50°C. Весной при достижении среднесуточной температуры +5-6°C начинается отрождение гусениц. Оптимум развития наступает при температуре +20-25°C. В этом случае личинка развивается в течение 35-40 дней. В более холодное лето развитие замедляется до 50-80 дней. Температура +10°C является критической – при таком ее значении развитие прекращается. Сумма среднесуточных температур для полноценного развития вида должна составлять 650–700°C. Гусеницы мужских особей проходят пять возрастов, личинки самок – по шесть. Окукливание приходится на июнь – начало июля, происходит на стволах, в трещинах коры, в кроне. Гусеница оплетается несколькими паутинками, кокона не делает. Фаза длится 12-20 дней. Начало лёта взрослых бабочек непарного шелкопряда зависит от климатических условий района местообитания. После вылета самки и самцы сразу способны к спариванию.

3.52. Шелкопряд-монашенка
Ocneria monacha L.

Ареал. *Монашенка* – транспалеарктический вид. В России распространен в лесной и лесостепной зонах, на Кавказе, Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке и в Крыму. Ареал вредителя охва-

тывает среднюю полосу Европы от Дании и Нидерландов до Испании и Югославии. Локально встречается на севере Японии, в Северном Китае и Гималаях.

Биология. Лёт бабочек наблюдается в июле – августе, возможен при значительном похолодании и затухает только при средней температуре ниже +5°С. Самки откладывают яйца в несколько приёмов, по 15-150 яиц в кладке, максимально до 300. Эмбриональное развитие продолжается четыре недели. Личинка (гусеница) перезимовывает внутри оболочки и выходит из нее только весной следующего года. Зимой гусеницы способны выдержать температуру до –30°С. Фаза гусеницы длится 45-80 дней в зависимости от погодных условий и кормовых растений. Для полного развития гусеницы требуется сумма эффективных температур 800°. Как правило, у самки развиваются шесть возрастов, у самцов – пять. Отрождение гусениц весной начинается после нескольких дней с устойчивой температурой +10-15°С. Порог развития – +5°С. Оптимум – 22-24°С. Окукливание происходит в рыхлой паутине в местах питания гусениц, на стволах деревьев или в щелях коры. Фаза куколки длится 11-19 дней. Бабочки следующего поколения выходят из куколок в июле – августе. Генерация одногодовая. Вспышка массового размножения может длиться до шести лет. Заметный вред приносят гусеницы первые 2-4 года.

3.53. Шелкопряд сосновый

Dendrolimus pini L.

Ареал. *Сосновый шелкопряд* (коконопряд) распространен по всей Западной Палеарктике. В России это вся европейская часть, Кавказ, Урал, Западная Сибирь.

Биология. Лет бабочек наблюдается с середины июня до середины июля. Размножение двуполое. Самки откладывают оплодотворённые яйца кучками по 20-150 штук на хвою, побеги и кору стволиков. Плодовитость 280-330 штук. При температуре от +16°С до +18°С эмбрион развивается 16-20 суток. Личинка (гусеница), после отрождения грызет хвою текущего года роста, повреждая хвоинки по бокам и в верхушечной части. Со второго возраста хвоинки обгрызаются по всей длине. Перелиняв еще один раз приблизительно в октябре месяце, гусеницы уходят на зимовку. Зимуют гусеницы III – IV возрастов на незначительной глубине в лесной подстилке, недалеко от ствола дерева, с которого они спускаются осенью. Весной при повышении температуры поверхностного слоя почвы (глубина до 2 см) до +10°С, гусеницы пробуждаются и по стволам взбираются в крону кормовых деревьев. Питаются гусеницы до середины июня. За это время они линяют от трех до четырех раз. Всего за время развития число линек достигает шести, а возрастов – семи. Гусеница окукливается на ветвях и стволах сосен. Развитие ее длится 4-5 недель. Имаго выходит из кокона в середине июля. Цикл развития соснового коконопряда одногодичный, но при неблагоприятных условиях развития гусеницы могут отправляться на вторичную зимовку и окукливаться только третьим летом. Вспышка массового размножения длится 7-8 лет. Очаги размножения соснового коконопряда возникают: в чистых сухих сосняках с полнотой средних значений, которые расположены на возвышенностях; в борах-зеленомошниках; в сосновых культурах 12-40 летнего возраста различной полноты; на сухих бедных почвах, старопашнях и песках, изолированных от естественных сосновых лесов.

3.54. Краснохвост

Dasychira pudibunda, Calliteara pudibunda L..

Ареал. Разорван на две обширные части. Западная часть ареала охватывает почти всю Западную Европу (на территории Фенноскандии обитает только на юге), среднюю полосу и юг Восточной Европы, Крым, Кавказ, Закавказье, Северо-Западный Казахстан; на западе Сибири

встречается в Курганской и Омской областях. На территории Европы обычен в ареале дубовых и буковых лесов, в лесной и лесостепной зоне. Восточная часть ареала охватывает восток Забайкалья, всё Приамурье и Приморье; также обитает на севере Кореи, в Китае и Северном Вьетнаме. Здесь краснохвост тяготеет к широколиственным, хвойно-широколиственным и хвойным лесам. В Японии, на Сахалине и Курильских островах отсутствует; здесь встречается близкий вид *Calliteara pseudabietis* Butler, 1885, который в Приамурье и Приморье живёт совместно с краснохвостом.

Биология. Лёт бабочек отмечается с мая по июнь. Самки после спаривания откладывают яйца плоскими кучками по 50-300 штук (обычно около 100 штук) на кору деревьев на высоте 3-4 метров. Плодовитость самок в целом составляет до 1000 яиц. При массовом размножении в среднем количество яиц может достигает 10 000 на одно дерево, причём кладки встречаются даже на почве. Этот вид характеризуется типичной летней диапаузой у гусениц, в результате которой развитие в летние месяцы, несмотря на усиленное питание, очень замедляется. Гусеницы развиваются в течение трёх и более месяцев. При повышенных температурах и длинном дне возникают дополнительные линьки гусениц, уменьшается скорость их роста. В начале осени, как правило в октябре, гусеницы заканчивают рост, покидают кроны деревьев и окукливаются. Куколка зимует.

3.55. Лунка серебристая
Phalera bucephala L.

Ареал. *Лунка серебристая* повсеместно распространена в европейской части России. Кроме того, ареал вредителя охватывает Кавказ, Сибирь, Дальний Восток, Западную Европу.

Биология. Массовый лёт бабочек наблюдается в июне. Отдельные особи встречаются с конца мая до августа. Самки откладывают яйца на нижнюю сторону листовой пластинки в один слой, ближе к краю в верхней ее части. Кладка включает от 10-12 до 40-60 яиц. Эмбриональное развитие длится 12-15 дней. Личинка (гусеница) сразу после выхода из яйца приступает к питанию. Гусеницы проходят через пять возрастов и живут от 10 до 50 дней. В сентябре окукливаются в почве на глубине 5-15 см. Куколка зимует. Часть куколок диапаузирует и перележивает в почве еще год. При благоприятных обстоятельствах бабочки вылетают из таких куколок только на третий год. Имаго выходят из куколок на следующий год, обычно в июне. Обычно развивается одно поколение, но на юге европейской части России и в Грузии отмечается вторая генерация. В июле – августе от 5 до 15 % куколок дают бабочек второго поколения.

3.56. Совка сосновая
Panolis flammea Schiff.

Ареал. *Совка сосновая* распространена в лесной и лесостепной части Европейской части России. Ареал вредителя охватывает Сибирь, Кавказ, горы Средней Азии, Западную Европу, Северную Монголию, Северо-Восточный Китай, Японию.

Биология. Бабочки летают с марта по май. Самки откладывают яйца на нижнюю или верхнюю сторону хвоинок в виде цепочки по 4-8 штук, максимально по 25. Плодовитость до 300 штук. Эмбрион развивается 20-21 день. Личинка (гусеница) первого возраста питается на майских побегах молодой хвоей. В среднем и старшем возрасте уничтожает старую хвою. В июне – июле гусеницы спускаются на землю и окукливаются в подстилке либо в почве. Развитие гусениц

длится 25-40 суток. Куколка диапаузирует до весны следующего года. Имаго выходит из куколки в марте. За год развивается одно поколение.

3.57. Пяденица сосновая
Bupalus piniarius L.

Ареал. *Пяденица сосновая* распространена по всей европейской части России, а также в Сибири, на Урале, на Кавказе. Ареал охватывает всю Западную Европу.

Биология. Лёт бабочек начинается в мае – июне. Самка откладывает яйца рядами, до 32 штук в каждом, на старые хвоинки, при массовом размножении – и на хвоинки текущего года. Плодовитость самки – от 80 до 230 яиц. Яйцо развивается в течение трех недель (21 день) при обычных условиях, но при температуре +25,5°С возможно развитие в течение восьми дней. Личинка (гусеница) сразу после вылупления начинает питаться. Питаются гусеницы в ночное время до глубокой осени. Только в октябре они спускаются в подстилку, где и окукливаются. Куколка зимует в подстилке. Имаго вылетают при достаточно теплой погоде в мае – июне следующего года.

3.58. Пилильщик сосновый обыкновенный
Diprioп piпi L.

Ареал. *Обыкновенный сосновый пилильщик* распространен по всей европейской части России. Кроме того ареал вредителя охватывает: Сибирь на восток до Байкала, Северную Африку и всю Европу.

Биология. Лёт имаго первого поколения приходится на май-июнь, второго – на июль-август. Самки откладывают яйца по 8-15, максимум 35 штук в нарезы в кантике хвоинок сосны. Плодовитость одной самки от 80 до 150 яиц. Эмбрион развивается 17-20 дней. Яйца, окончившие развитие, отличают по просвечивающимся через оболочку темным глазным пятнам по бокам головы. Личинки из одной кладки выходят в течение 3-4 дней. Личинки, развивающиеся в самок, проходят через шесть возрастов и линяют пять раз. Личинки, развивающиеся в самцов, проходят через пять личиночных возрастов, и линяют четыре раза. Продолжительность развития личиночной фазы обыкновенного соснового пилильщика зависит от температуры окружающего воздуха. При +26-28°С личиночная стадия занимает 25 дней, при + 10°С – 60. По окончании питания, через 1-2 дня после последней линьки, личинки плетут коконы. Первое поколение размещает их открыто на ветвях, побегах и коре сосен. Второе – в лесной подстилке. Личинки первого поколения в состоянии эонимфы находятся не более двух дней. Второго – восемь-девять месяцев. Именно в этом состоянии (эонимфа в коконе) вредитель переживает зимний период. Куколка при температуре выше +20°С заканчивает развитие за 6 дней. При +18,4°С – за 12 дней. Закончив развитие, пилильщик прогрызает округлое отверстие у самой вершины кокона и выходит наружу. В северной части ареала развивается одно поколение вредителя, в южной – два. У обыкновенного соснового пилильщика, так же как и у многих других видов, наблюдается частичная затяжная диапауза эонимф. В таком состоянии вредитель может зимовать два раза и более. Численность эонимф в состоянии затяжной диапаузы колеблется от 9 до 65% всей зимующей популяции. Еще одной характерной особенностью вида является то, что очаги его массового размножения возникают обычно в сосновых насаждениях жердняково-го возраста, гораздо реже в несомкнувшихся лесных культурах и свежих древостоях на повышенных частях рельефа с более сухими песчаными или супесчаными почвами в опушечной час-

ти лесного массива. При развитии двух поколений в течение вегетационного периода вспышка может длиться три-четыре года.

3.59. Пилильщик сосновый рыжий *Neodiprion sertifer Geoffr.*

Ареал. *Рыжий сосновый пилильщик* распространен по всей Евразии в зоне произрастания сосен различных видов. Завезён в Северную Америку.

Биология. Лёт наблюдается в конце августа – сентябре. Дополнительное питание не наблюдается. Наблюдается половое и партеногенетическое размножение. Из неоплодотворенных яиц развиваются самцы. Самки откладывают яйца внутрь хвоинок текущего года роста, в своеобразные кармашки. Среднее количество яиц 10-14 штук. Количество яиц на хвоинке зависит от ее длины. В среднем в очаге массового размножения на одном побеге (ветви) бывает 50-100 штук. Минимально – 5, максимум – 466 яиц. На нижних ветвях кроны яиц меньше, чем на верхних. В периоды массового размножения численность яиц достигает 10 000 и более на одном дереве. В зимующих яйцах эмбриональное развитие начинается ещё осенью. Завершается оно весной. Из яиц, отложенных самками весеннего поколения и из перезимовавших яиц, в мае появляются личинки. Личинки самцов развиваются за пять возрастов, при этом в последнем возрасте они не питаются. Личинки самок проходят шесть возрастов и в последнем также не питаются. Встречаются личинки, имеющие на один возраст больше, чем обычно, соответственно, для самцов – шесть, а для самок – семь. При температуре +13,3°С длительность развития личинки от выхода из яйца до коконирования составляет 41,5 суток. Общая длительность генерации в этом случае – 131 день. Оптимальная температура развития личинок +26,5°С. При этом период развития от вылупления до коконизации занимает от 13 до 27 дней, а общая продолжительность генерации от 113 до 133 суток. Личинка заканчивает развитие в июне – июле и уходит для коконизации в лесную подстилку или в поверхностные слои почвы. Гораздо реже коконизация происходит в ветвях, на хвое, в трещинах коры. Личинки из зимующих яиц покидают деревья и опускаются в лесную подстилку с середины июня. Коконы с личинками находятся в подстилке до августа или сентября. Незадолго до вылета личинка превращается в куколку. Темп развития куколочной стадии ускоряется при действии низких температур до +13,3°С. Имаго выходят из куколок (популяция с зимующими яйцами) в августе – сентябре. При зимующей эонимфе имаго вылетают в мае – июне. Характерная особенность вида – наличие двух биологических форм. У первой зимует яйцо в хвое, а у второй эонимфа (личинка в коконе в земле). Численное соотношение форм колеблется в зависимости от различных природных факторов. К числу причин, благоприятствующих массовому размножению пилильщика, относятся: благоприятные условия зимовки яиц в хвое и эонимф в почве; теплая погода в весенний период во время лета имаго; отсутствие осадков во время эмбриогенеза; сухая жаркая погода. Длительность вспышек массового размножения рыжего соснового пилильщика – от одного до трех лет.

4. Результаты и обсуждение

Очевидно, что реакция насекомых различных видов на проявления солнечной активности всегда различается, при этом форма и степень реакции (если она наблюдается) в первую очередь зависит от биологических особенностей того или иного вида. С некоторой долей уверенности это утверждение можно распространить и на более крупные трибы (таксоны): группы видов, либо целые роды. В то же время нельзя не отметить, что наиболее значительную долю триб

насекомых – вредителей сельского хозяйства, представленных в работе С.В.Станкевича и соавторов (2019) составляют такие, на которых любые проявления солнечной активности не оказывают никакого влияния – настолько их собственные биологические способности оказываются сильнее всяких внешних воздействий. Несомненно, они достойны перечисления отдельным списком (авторский порядок перечисления сохранён):

- **Саранча пустынная**, или **шистоцерка** (*Schistocerca gregaria Forsk.*), см.**3.1**
- **Саранча перелетная австралийская** (*Chorthoicetes terminifera Walk.*), см.**3.4**
- **Саранча марокккская** (*Dociostaurus maroccanus Thnb.*), см.**3.6**
- **Саранча перелетная**, или **азиатская** (*Locusta migratoria L.*), см.**3.7**
- **Хрущи майские** (*Melolonta sp.*), см.**3.9**
- **Кравчик-головач** (*Letrus apterus Lax.*), см.**3.10**
- **Медляк песчаный** и **чернотелка кукурузная** (*Opatrum sabulosum L., Pedinus femoralis L.*), см.**3.12**
- **Совка озимая** (*Scotia segetum Schiff.*), см.**3.13**
- **Совка-гамма** (*Autographa gamma L.*), см.**3.15**
- **Совка люцерновая**, или **льняная** (*Heliotis viriplaca Hfn.*), см.**3.16**
- **Совка капустная** (*Mametstra brassicae L.*), см.**3.17**
- **Совка луговая восточная** (*Mythimna unipuncta Haw.*), см.**3.18**
- **Мотылек луговой** (*Margaritia sticticalis L.*), см.**3.20**
- **Черепашка вредная** (*Eurygaster integriceps Put.*), см.**3.21**
- **Муха гессенская** (*Mayetiola destructor Say.*), см.**3.23**
- **Муха шведская овсяная** (*Oscinella frit L.*), см.**3.24**
- **Кузька**, или **жук хлебный** (*Anisoplia austriaca Hrbs.*), см.**3.25**
- **Совка зерновая обыкновенная** (*Apamea sordens Hfn.*), см.**3.26**
- **Совка яровая** (*Amphiposa fuscosa Frr.*), см.**3.28**
- **Пьявица красногрудая** (*Oulema melanopus L.*), см.**3.31**
- **Пилильщик хлебный обыкновенный** (*Cephus pygmaeus L.*), см.**3.32**
- **Зеленоглазка** (*Chlorops pumilionis Bjerk.*), см.**3.33**
- **Тля гороховая** (*Acyrthosiphon pisum Harris.*), см.**3.35**
- **Щитоноска свекловичная** (*Cassida nebulosa L.*), см.**3.37**
- **Щитоноска зеленая** (*Cassida viridis L.*), см.**3.38**
- **Долгоносик свекловичный обыкновенный** (*Asproparthenis punctiventris Germ.*), см.**3.39**
- **Моль капустная** (*Plutella maculipennis Curt.*), см.**3.40**
- **Пилильщик рапсовый** (*Athalia rosae L.*), см.**3.42**
- **Долгоносик вишневый** (*Rhynchites auratus Scop.*), см.**3.43**
- **Боярышница** (*Aporia cratalgi L.*), см.**3.44**
- **Моль яблонная** (*Iponomeuta malinellus Zell.*), см.**3.45**
- **Шелкопряд-монашенка** (*Ocneria monacha L.*), см.**3.52**
- **Шелкопряд сосновый** (*Dendrolimus pini L.*), см.**3.53**
- **Совка сосновая** (*Panolis flammea Schiff.*), см.**3.56**
- **Пилильщик сосновый обыкновенный** (*Diprioп piпi L.*), см.**3.58**

Остальные трибы (виды, группы видов, роды) можно разделить на три когорты, применив для этого простые правила:

1) Схожесть корреляционных связей с тем или иным показателем солнечной активности в пределах одной и той же когорты;
2) Различие корреляционных связей, отмечаемое для разных когорт.

В этом случае можно выделить всего три когорты: **(А)** с положительной реакцией на наблюдаемые показатели солнечной активности (числа Вольфа) и отсутствием реакции на вычисляемые факторы; **(В)** с положительной реакцией на вычисляемый *«Фактор Е»*; **(С)** прочие проявления реакции на любые показатели солнечной активности

4.1. Когорты насекомых-вредителей по реакции на проявления солнечной активности

Когорта А. Характеризуется наличием положительной корреляционной связи вспышек численности с наблюдаемой солнечной активностью (выражаемой значениями среднегодовых чисел Вольфа для текущего года и ряда предшествующих лет), в неё попадают следующие трибы:

- **Совка восклицательная** (*Scotia exclamationis L.*), см.**3.14**
- **Совка зерновая серая** (*Apamea anceps Schiff.*), см.**3.27**
- **Опомиза пшеничная** (*Opomysa florum L.*), см.**3.34**
- **Белянка капустная** (*Pieris brassicae L.*), см.**3.41**
- **Златогузка** (*Euproctis chrysorrhoea L.*), см.**3.50**
- **Шелкопряд непарный** (*Ocneria dispar L.*), см.**3.51**

Представители **Когорты А** обладают такими биологическими особенностями:

- широкий ареал распространения (Европа, Кавказ, Сибирь, Средняя Азия, Дальний Восток);
- зимовка в стадии личинки (гусеницы), хорошо переносящей низкие температуры;
- диапауза в развитии нехарактерна (исключение – для степных территорий);
- массовый вылет имаго в мае-июне, в южных регионах – с апреля;
- очень широкая кормовая база;
- до нескольких поколений за вегетационный сезон.

Когорта В. Для этой когорты характерны проявления положительной корреляционной связи вспышек численности с вычисленными значениями «Фактора Е» для текущего года и ряда предшествующих лет. К этой когорте относятся:

- **Саранча африканская мигрирующая** (*Locusta migratoria migratorioides R. et F.*), см.**3.2**
- **Саранча африканская красная** (*Nomadacris septemfascuata Serv.*), см.**3.3**
- **Нестадные саранчовые**, или **кобылки** (*Podisma pedestris L., Gomphocerus sibiricus L., Paracryptera microptera F.-W., Stauroderus scalaris F. W.*), см.**3.8**
- **Жужелица хлебная малая** (*Zabrus tenebrioides Geoze*), см.**3.22**
- **Блошки свекловичные** (*Chaetocnema sp.*), см.**3.36**
- **Плодожорка яблонная** (*Laspeyresia pomonella L.*), см.**3.47**
- **Пяденица зимняя** (*Operophthera brumata L.*), см.**3.48**
- **Листовертка дубовая зеленая** (*Tortrix viridana L.*), см.**3.49**
- **Краснохвост** (*Dasychira pudibunda L.*), см.**3.54**
- **Лунка серебристая** (*Phalera bucephala L.*), см.**3.55**
- **Пяденица сосновая** (*Bupalus piniarius L.*), см.**3.57**
- **Пилильщик сосновый рыжий** (*Neodiprion sertifer Geoffr.*), см.**3.59**

Биологические особенности **Когорты В**:

- широкий ареал распространения, характерно образование очаговых зон;
- зимовка в стадии эмбриона или личинки (гусеницы), *в состоянии диапаузы*, реже – в стадии куколки;
- для развития личинок необходимы высокие среднесуточные температуры окружающей среды;
- вылет имаго растянут по времени;

- питаются преимущественно специфичными видами растений;
- до нескольких поколений за вегетационный сезон, поколения могут накладываться по срокам развития.

Когорта С. Наконец, оставшаяся когорта, объединяющая прочие проявления связи вспышек численности с показателями солнечной активности, включает такие трибы:

- **Прус**, или **саранча итальянская** (*Calliptamus italicus L.*), см.**3.5**
- **Щелкуны** и **чернотелки** (*Elateridae, Tenebrionidae*), см.**3.11**
- **Мотылек стеблевой** (*Ostrinia nubilalis Hb.*), см.**3.19**
- **Совка стеблевая южная** (*Oria musculosa Hb.*), см.**3.29**
- **Совка травяная** (*Cerapteryx graminis L.*), см.**3.30**
- **Шелкопряд кольчатый** (*Malacosoma neustria L.*), см.**3.46**

Биологические особенности **Когорты С**:

- широкий ареал распространения, преимущественно на территориях с тёплым климатом, однако встречаются в самых разнообразных условиях;
- зимовка в стадии имаго, реже – в стадии личинки;
- в ряде случаев (жуки) имаго может жить до нескольких лет;
- питаются преимущественно специфичными видами растений;
- до нескольких поколений за вегетационный сезон.

Таким образом, основные различия между когортами заключаются в требованиях к среднесуточной температуре окружающей среды (с этим, в первую очередь, связаны границы ареалов обитания), а также к возможностям использовать состояние оцепенения (диапаузы) в личиночной стадии, чтобы пережить неблагоприятные погодные условия либо зимний период. И то, и другое, так или иначе, связаны с колебаниями температуры в зависимости от притока солнечной энергии.

4.2. Механизмы влияния проявлений солнечной активности на развитие и вспышки численности насекомых-вредителей

Известно, что температура внутри солнечного пятна значительно выше, чем температура окружающей (нейтральной) фотосферы. Поэтому увеличение количества наблюдаемых солнечных пятен и их групп (выражаемое в числах Вольфа) влечёт за собой увеличение общего потока тепловой энергии, поступающей на Землю со стороны Солнца. Пусть эти флуктуации и невелики в относительном представлении, однако в абсолютном выражении прирост тепла на поверхности Земли может быть весьма значительным. Во всяком случае, именно с таким приростом поступления тепла связаны более «мягкие» зимы, ранее наступление весны, более тёплые летние и осенние сезоны, и т.п.

Риск гибели насекомых во время неблагоприятных периодов, а также возможные задержки развития личинок и куколок ограничивают численность популяций, чем и предотвращают возможные случаи массового вылета имаго и массового же размножения. Наступление благоприятных погодных условий, наоборот, способствует массовому размножению, приводящему к фиксируемой наблюдателями вспышке численности вредителя. Именно об этом говорят положительные коэффициенты корреляции между вспышками численности насекомых – представителей **Когорты А**, и наблюдаемыми показателями солнечной активности (среднегодовыми числами Вольфа) $\mathbf{W_0}$, $\mathbf{W_{-1}}$, $\mathbf{W_{-2}}$, $\mathbf{W_{-3}}$, приведённые в **Табл.5**.

Значения «Фактора Е», полученные в результате вычислений по I-III главным компонентам (**1.1: Рис.3 а-с**, **5b**), также связаны с наблюдаемыми вспышками численности наекомых-вредителей.

Однако корреляционные связи, приведённые в **Табл.6**, совсем не похожи на связи с показателями наблюдаемой солнечной активности (**Табл.5**). Соответственно, влиянию изменений «Фактора Е» подвержена другая когорта, а именно – **Когорта В**. Ассоциация визуального представления процесса, соответствующего «Фактору Е», в виде «воронки», по стенке которой движется гипотетический шарик, обладающий как кинетической, так и потенциальной энергией. Кинетическая энергия выражается в движении шарика по окружности, а потенциальная – в высоте положения (и, соответственно, в диаметре) этой окружности. Суммарно эта энергия и выражается через вычисленные значения «Фактора Е», формулы (1) и (2), по годам. По всей видимости, «Фактор Е» соответствует какому-то специфическому потоку энергии, или какой-то специфической доле общего потока энергии, доставляемого с солнечными лучами на Землю.

В отличие от двух названных выше, **Когорта С** не имеет столь же характерных признаков, позволяющих однозначно связать её существование с проявлениями солнечной активности. О том, что для отдельных видов (или триб) такая связь существует, свидетельствуют коэффициенты корреляции между вспышками численности и вычисленными значениями «Фактора Х» $\mathbf{X_0}$, $\mathbf{X_{-1}}$, $\mathbf{X_{-2}}$, $\mathbf{X_{-3}}$, за текущий год и ряд предшествующих лет, приведённые в **Табл.7**. Однако наших знаний в части биологических особенностей указанных триб оказывается недостаточно для корректной интерпретации установленных связей.

4.3. Природа «Фактора Е» и возможности прогнозирования вспышек численности насекомых – вредителей сельского хозяйства

Основываясь на наблюдениях вспышек численности насекомых **Когорты В** (весьма специфический набор видов, групп видов, родов и проч.), чьё развитие оказывается существенно зависящим от степени суровости зим, мы учитываем следующее:

1) Если зима оказывается суровой (морозной), риск гибели диапаузирующих личинок (эмбрионов, гусениц младших поколений, эонимф) достаточно высок, что сказывается на ограничении численности отрождающихся в этом году взрослых насекомых (имаго).
2) В условиях мягкой (относительно тёплой) зимы риск гибели диапаузирующих личинок ниже, и численность отрождающихся имаго больше.
3) Эффект проявляется преимущественно для тех видов, чьи представители проводят зиму в состоянии диапаузы, в стадии личинок; на неразвившиеся яйца, куколок и имаго он не распространяется или распространяется в несущественной степени.
4) Дополнительный прирост пиковой численности взрослых насекомых возникает тогда, когда за вегетационный сезон развивается несколько поколений, накладывающихся друг на друга.

Иными словами, развитие насекомых, представляющих **Когорту В**, зависит от притока дополнительной (преимущественно тепловой) энергии от Солнца, на протяжении текущего года и ряда предшествующих лет. В этом случае возникает естественное накопление генеративного потенциала популяции вредителей, что, в конечном итоге, приводит к кумулятивному эффекту пикового нарастания численности имаго (вспышке численности).

Следуя логике рассуждений, приведенных в разд.**4.2**, «Фактор Е» можно определить как флуктуации тепловой энергии, получаемой Землёй от Солнца на протяжении одной либо нескольких генераций насекомых известных видов.

Дополнив ряд среднегодовых чисел Вольфа данными за 2020-2024 годы (отметим, что с 2020 года начался новый цикл солнечной активности), рассчитаем значения «Фактора Е» до 2024 года включительно (программа **Wolf-Prog-22y.jac**). Результат представлен на **Рис.8**:

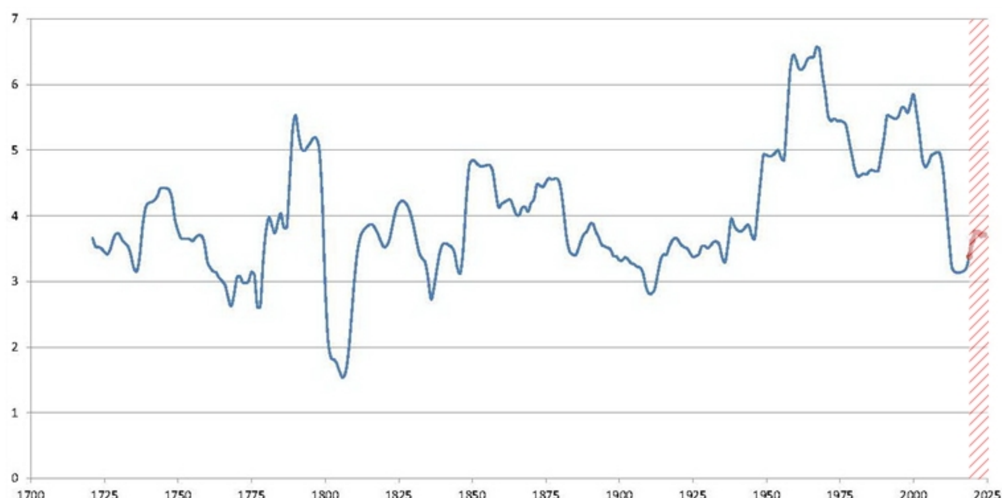


Рис.8. Вычисленные значения «Фактора Е» за 1721-2024 годы

В правой части выделенный цветом участок графика соответствует значениям «Фактора Е» с 2019 по 2024 годы, вычисленным на основании среднегодовых чисел Вольфа (1700-2024). Хорошо заметно, что в этом периоде не отмечается никаких резких изменений, ни в сторону возрастания, ни в сторону убывания; новые значения ложатся в интервал $E \in (3.60, 3.75)$.

Поэтому вполне оправданным представляется «виртуальный прогноз» вспышек численности насекомых, относящихся к **Когорте В**, на 2020-2024 годы, и вполне реальный прогноз таких вспышек на 2025-2027 годы. Судя по характеру изменений «Фактора Е», при условии сохранения тенденции его незначительных колебаний вокруг значений от 3,6 до 3,7, вспышек численности для представителей **Когорты В** не ожидается.

Особо следует отметить, что подобный прогноз не может относиться к вспышкам численности саранчовых, поскольку к ним имеет отношение только стадная форма. На существование одиночной и стадной форм саранчи в пределах одного и того же вида еще в 1920-е годы обращал внимание[10] русско-английский энтомолог сэр Борис Петрович Уваров (1888-1970). Переход определяется специфическими генами, экспрессия которых у имаго текущего поколения зависит от дефицита питания предыдущего (родительского) поколения в личиночной стадии[11]. Механизм взаимодействия основан на выделении особями-имаго специфического феромона *4-виниланизола* (4VA)[12], и его восприятием рецепторами на усах насекомого, формирование которых зависит от гена OR35. В свою очередь, экспрессия OR35 как раз и зависит от скученности популяции и дефицита питания личинок старших поколений. Как следствие, сочетание таких условий и ведет к неизбежному изменению поведения саранчовых: одиночная фаза сменяется стадной.

---

10 Уваров Б.П. Саранча и кобылки. Библиотека хлопкового дела, кн. 8. – М.: Промиздат, 1927 – с.1-305; Саранчовые Средней Азии. – Ташкент: изд. Узб. опытн. станции защиты раст., 1927 – с.1-215

11 Verlinden H, Badisco L, Marchal E, Van Wielendaele P, Vanden Broeck J. Endocrinology of reproduction and phase transition in locusts. Gen Comp Endocrinol. 2009 May 15;162(1):79-92. doi: 10.1016/j.ygcen.2008.11.016.

12 Guo X, Yu Q, Chen D, Wei J, Yang P, Yu J, Wang X, Kang L. 4-Vinylanisole is an aggregation pheromone in locusts. Nature. 2020 Aug;584(7822):584-588. doi: 10.1038/s41586-020-2610-4.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на обширном материале наблюдений вспышек численности насекомых – вредителей сельского хозяйства исследованы статистические связи с различными проявлениями солнечной активности: как с наблюдениями солнечных пятен (выражаемыми рядом среднегодовых ***чисел Вольфа W***), так и с вычисленными на их основе производными «***Фактором E***» и «***Фактором X***». Обнаружена различная реакция видов (групп видов, родов, триб) насекомых на проявления солнечной активности. Выделены три когорты, характеризующиеся наличием статистически значимых связей. В то же время установлено, что для широкого круга видов (группы видов, родов и т.п.) статистически значимых взаимосвязей (с данными ***W, E, X***) обнаружить не удалось.

Отметим, что в качестве исходных данных нами были использованы фактические наблюдения вспышек численности насекомых – вредителей сельского хозяйства, без учёта регионально-кумулятивного эффекта (мы рассматривали наблюдение вспышек численности как в единственном регионе, так и в нескольких регионах, словно единичное, не учитывая накопление эффекта в зависимости от регионального охвата). Желающие могут воспользоваться при подготовке данных для анализа имеющейся программой **pest-add.jac** (см. прилагаемый архив), и самостоятельно проделать необходимые вычисления, для чего в архив включены все использованные нами в работе программы и исходные данные.

На основании сравнения особенностей биологии видов дана интерпретация общих свойств выделенных когорт насекомых, и предложено определение вычисляемого **«Фактора E»** как **флуктуаций тепловой (лучистой) энергии, получаемой Землёй от Солнца**. Эти флуктуации влияют на климатические изменения в ареалах обитания насекомых-вредителей, имеющих широкое распространение по всей поверхности суши. В свою очередь, от более или менее благоприятных условий зимовки зависит развитие биологического (репродуктивного) потенциала видов, что влечёт за собой увеличение количества насекомых в стадии имаго, отмечаемое наблюдателями как вспышки численности.

Описанный выше метод классификации насекомых-вредителей с отнесением их в соответствующую когорту может быть с успехом использован и в случае добавления к исходной выборке данных о новых, дотоле не исследованных в указанном аспекте видах (группах видов, родах, трибах). Не лишним будет рекомендовать использование данных о вспышках численности именно видов, а не более крупных группах. Объединение нескольких видов в одну группу, а тем более – применение метода к целым родам и более крупным трибам, неизбежно приведёт к снижению статистической значимости результатов и, следовательно, к обусловленной этим потере доказуемости исследования и точности сопряжённых прогнозов. В этом случае уже изученный нами материал С.В.Станкевича и соавт. будет выступать в роли обучающей выборки. Для анализа сложных (неоднозначных) случаев объём обучающей выборки можно сократить до интересующей когорты (например, выделенной **Когорты B**).

Нами предложена методика прогнозирования будущих вспышек численности насекомых-вредителей, образующих когорту, реагирующую на совокупные изменения «Фактора E» для текущего года и ряда предшествующих лет. По нашему мнению, в ближайшие пару лет *не следует* ожидать резкого нарастания численности имаго таких, например, видов (родов): **Блошки свекловичные** (*Chaetocnema sp.*), **Плодожорка яблонная** (*Laspeyresia pomonella L.*), **Пяденица**

зимняя (*Operophthera brumata L.*), **Листовертка дубовая зеленая** (*Tortrix viridana L.*), **Краснохвост** (*Dasychira pudibunda L.*), **Лунка серебристая** (*Phalera bucephala L.*), **Пяденица сосновая** (*Bupalus piniarius L.*), **Пилильщик сосновый рыжий** (*Neodiprion sertifer Geoffr.*).

Перечисленные выше виды (**Когорта В** и, возможно, многие другие, до сих пор не исследованные в подобном ключе), несомненно, реагируют на проявления солнечной активности. Выявленные нами эффекты взаимодействия обитающих на Земле живых существ с привносимыми от Солнца потоками энергии требуют дальнейшего изучения, но уже сейчас можно со всей определённостью утверждать, что живое вещество планеты (биосфера Земли, по Владимиру Ивановичу Вернадскому[13,14]) является своеобразным *живым детектором*, реагирующим на изменения солнечной активности. Не исключено, что обнаруженные нами эффекты вполне могут стать основанием для пересмотра философских смыслов роли и значения Жизни в Космосе.

---

13 Биосфера: I-II / акад. В.И.Вернадский. – Ленинград: Научное химико-техническое издательство, Научно-технический отдел В.С.Н.Х., 1926. – 146 с.

14 Биосфера и ноосфера / В.И.Вернадский. – М: Наука, 1989. – 261 с.